



# La part modale des transports en commun dans les villes du monde : une analyse de la base UITP sur les systèmes de transports urbains de 100 villes du monde

Iragaël Joly, Sophie Masson, Romain Petiot

## ► To cite this version:

Iragaël Joly, Sophie Masson, Romain Petiot. La part modale des transports en commun dans les villes du monde : une analyse de la base UITP sur les systèmes de transports urbains de 100 villes du monde. 2003. halshs-00087678

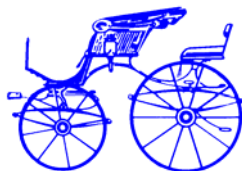
**HAL Id: halshs-00087678**

**<https://shs.hal.science/halshs-00087678>**

Submitted on 3 Aug 2006

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



**Laboratoire d'Économie des Transports  
Unité Mixte de Recherche du C.N.R.S. N° 5593  
ENTPE - Université Lumière Lyon 2**

---

## **LA PART MODALE DES TRANSPORTS EN COMMUN DANS LES VILLES DU MONDE**

---

*Une analyse de la base UITP  
sur les systèmes de transports urbains de 100 villes du monde*

I. JOLY  
S. MASSON  
R. PETIOT

Rapport des travaux effectués dans le cadre de l'atelier technique  
du Commissariat général du Plan sur les transports urbains,  
présidé par Alain BONNAFOUS

Janvier 2003



## Sommaire

---

<b>La base UITP « The millenium Cities Database » .....</b>	<b>11</b>
1. Un échantillon représentatif des villes du monde.....	11
2. Année de référence des données.....	11
3. Le contenu informationnel de la base.....	12
3.1. <i>Délimitation des agglomérations.....</i>	<i>12</i>
3.2. <i>L'année d'observation.....</i>	<i>13</i>
3.3. <i>Décomposition d'indicateurs.....</i>	<i>13</i>
3.4. <i>Définitions des indicateurs.....</i>	<i>13</i>
3.5. <i>Méthodes d'enquêtes.....</i>	<i>13</i>

---

<b>Etude de la part de marché des transports collectifs.....</b>	<b>15</b>
1. La part des transports collectifs et les conditions géographiques et économiques .....	15
1.1. <i>Le partage modal des modes mécanisés.....</i>	<i>15</i>
1.2. <i>La part des transports collectifs et la population urbaine.....</i>	<i>22</i>
1.3. <i>La relation entre la part de marché des transports collectifs et la surface urbaine.....</i>	<i>23</i>
1.4. <i>La part des transports collectifs et les densités.....</i>	<i>25</i>
1.5. <i>La relation entre la part de marché des transports collectifs et le PIB urbain.....</i>	<i>29</i>
2. Les caractéristiques et les performances du système d'offre de transports urbains : les déterminants de la part des transports collectifs .....	30
2.1. <i>La relation entre la part de marché des transports collectifs et la motorisation.....</i>	<i>31</i>
2.2. <i>La relation entre la part de marché des transports collectifs et la longueur de routes par hectare.....</i>	<i>33</i>
2.3. <i>La relation entre la part de marché des transports collectifs et les possibilités de parking ?.....</i>	<i>34</i>

- Sommaire -

2.4.	<i>La relation entre la part de marché des transports collectifs et la vitesse moyenne de circulation sur route dans les agglomérations.....</i>	38
2.5.	<i>Les déterminants de la vitesse.....</i>	40
2.6.	<i>La relation entre la part de marché des transports collectifs et le rapport entre la vitesse des transports collectifs et la vitesse sur route .....</i>	52
2.7.	<i>La relation entre la part de marché des transports collectifs et la distance moyenne parcourue.....</i>	55
3.	Deux instruments classiques des politiques de transports .....	60
3.1.	<i>La relation entre la part de marché des transports collectifs et la part du PIB métropolitain consacrée aux investissements en transports collectifs.....</i>	60
3.2.	<i>La relation entre la part de marché des transports collectifs et le prix des transports.....</i>	65
4.	Quelques représentations complémentaires sur l'efficacité économique des systèmes de transports urbains.....	70
4.1.	<i>Le coût au passager/km et la part des dépenses de fonctionnement des transports collectifs dans le PIB.....</i>	70
4.2.	<i>Le coût au passager / km et le rapport des vitesses.....</i>	72
4.3.	<i>La part des transports collectifs et le taux de recouvrement des coûts de fonctionnement des transports collectifs .....</i>	74
5.	Approche économétrique.....	76
5.1.	<i>Utilisation des leviers potentiels des politiques de transports urbains .....</i>	76
5.2.	<i>Régression de l'ensemble des relations identifiées. ....</i>	78
<hr/>		
<b>CONCLUSION .....</b>		<b>83</b>
<hr/>		
<b>ANNEXES .....</b>		<b>85</b>
<b><u>Annexe 1</u> - Liste des villes.....</b>		<b>87</b>
<b><u>Annexe 2</u> - Composition de la base UITP .....</b>		<b>89</b>
<hr/>		
<b>Bibliographie .....</b>		<b>97</b>

## Liste des graphiques et tableaux

### **Graphiques**

<i>Graphique 1 - Partage modal des modes mécanisés en Amérique du Nord et Océanie.....</i>	<i>16</i>
<i>Graphique 2 -Partage modal des modes mécanisés en Europe de l'Est et dans les grandes villes asiatiques.....</i>	<i>17</i>
<i>Graphique 3 - Partage modal des modes mécanisés en France.....</i>	<i>18</i>
<i>Graphique 4 - Partage modal des modes mécanisés en Europe occidentale. ....</i>	<i>19</i>
<i>Graphique 5 - Partage modal des modes mécanisés dans les pays émergents.....</i>	<i>20</i>
<i>Graphique 6 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la population (en milliers) .....</i>	<i>23</i>
<i>Graphique 7 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la surface urbaine (en milliers d'ha) (décomposition par continent).....</i>	<i>24</i>
<i>Graphique 8 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la densité urbaine (en pers./ha.) (décomposition par continent) .....</i>	<i>26</i>
<i>Graphique 9 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la densité d'emplois (en emplois/ha.) (décomposition par continent) .....</i>	<i>27</i>
<i>Graphique 10 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la proportion d'emplois dans le centre (en %) .....</i>	<i>29</i>
<i>Graphique 11 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le PIB urbain (en milliers de USD) (décomposition par continent) .....</i>	<i>30</i>
<i>Graphique 12 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la motorisation (en véhicules pour 1000 pers.) (décomposition par continent) .....</i>	<i>32</i>
<i>Graphique 13 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la longueur de routes par ha urbain (en m / ha.) (décomposition par continent).....</i>	<i>33</i>
<i>Graphique 14 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le nombre de places de parking pour 1 000 emplois dans le CBD (en places pour 1 000 emplois) (décomposition par continent) .....</i>	<i>35</i>
<i>Graphique 15 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le nombre d'automobiles par place de parking CBD (en véhicules par place) (décomposition par continent) .....</i>	<i>36</i>
<i>Graphique 16 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le nombre de places de parking pour 10000 ha urbains (décomposition par continent) .....</i>	<i>37</i>

- Sommaire -

<i>Graphique 17 - La part des transports collectifs (en %) et la vitesse sur route (en km/h) (décomposition par continent) .....</i>	<i>39</i>
<i>Graphique 18 - La vitesse sur route (en km/h) et la densité urbaine (en pers. / ha.) (décomposition par continent) .....</i>	<i>41</i>
<i>Graphique 19 - La vitesse des transports collectifs (en %) et la densité urbaine (en pers. / ha.) (décomposition par continent) .....</i>	<i>42</i>
<i>Graphique 20 - La vitesse des bus (en km / h) et la densité urbaine (en pers. / ha.) (décomposition par continent) .....</i>	<i>43</i>
<i>Graphique 21 - La vitesse sur route (en km / h) et la motorisation (en véhicules pour 1000 pers.) (décomposition par continent) .....</i>	<i>45</i>
<i>Graphique 22 - La vitesse des transports collectifs (en km / h) et la proportion d'emplois dans le CBD (en %) (décomposition par continent) .....</i>	<i>47</i>
<i>Graphique 23 - La vitesse sur route (en km / h) et la proportion d'emplois dans le CBD (en %) (décomposition par continent) .....</i>	<i>48</i>
<i>Graphique 24 - La vitesse sur route (en km / h) et le PIB urbain (en millier de USD / pers.) (décomposition par continent) .....</i>	<i>50</i>
<i>Graphique 25 - La vitesse des transports collectifs (en km / h) et le PIB urbain (en millier de USD / pers.) (décomposition par continent) .....</i>	<i>51</i>
<i>Graphique 26 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le rapport entre la vitesse des transports collectifs et la vitesse sur route .....</i>	<i>53</i>
<i>Graphique 27 - La part de marché des transports collectifs (en %) par rapport au rapport des vitesses (décomposition par continent) .....</i>	<i>54</i>
<i>Graphique 28 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la distance moyenne parcourue par déplacement (en km) (décomposition par continent) .....</i>	<i>56</i>
<i>Graphique 29 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la distance moyenne parcourue par déplacement automobile (en km) (décomposition par continent) .....</i>	<i>58</i>
<i>Graphique 30 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la distance moyenne parcourue par déplacement en transports collectifs (en km) (décomposition par continent) .....</i>	<i>59</i>
<i>Graphique 31 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la part du PIB urbain consacrée aux investissements en transports collectifs (en %) .....</i>	<i>60</i>
<i>Graphique 32 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la part du PIB urbain consacrée aux investissements en transports collectifs (en %) dans les pays développés .....</i>	<i>62</i>

<i>Graphique 33 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la part du PIB urbain consacrée aux investissements routiers (en %) (décomposition par continent).....</i>	<i>64</i>
<i>Graphique 34 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le prix du carburant au km (en USD) (décomposition par continent) .....</i>	<i>66</i>
<i>Graphique 35 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le rapport des prix des transports en commun et des transports privés. (décomposition par continent).....</i>	<i>68</i>
<i>Graphique 36 - Le coût du transport collectif au passager.km (en USD / km) et la part des dépenses de fonctionnement des transports collectifs dans le PIB (en %) (décomposition par continent) .....</i>	<i>71</i>
<i>Graphique 37 - Le coût du transport collectif au passager.km (en USD / km) et le rapport des vitesses des transports en commun et des transports privés. (décomposition par continent).....</i>	<i>73</i>
<i>Graphique 38 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le taux de recouvrement des coûts de fonctionnement des transports collectifs (en %). (décomposition par continent).....</i>	<i>75</i>

## **Tableaux**

<i>Tableau 1 - Parts de marché moyennes des transports collectifs et des voitures particulières (en %) et distances moyennes par déplacement (en km).....</i>	<i>22</i>
<i>Tableau 2 - Coefficients de corrélation entre la part de marché moyenne des transports collectifs et les densités urbaines et d'emplois.....</i>	<i>26</i>
<i>Tableau 3 - Résultats des régressions linéaires par méthode des moindres carrés ordinaires – Modèle linéaire .....</i>	<i>77</i>
<i>Tableau 4 - Résultats de la régression linéaire par méthode des moindres carrés ordinaires – Méthode Stepwise.....</i>	<i>80</i>





## **Introduction**

Les systèmes de transports urbains sont la base de la mobilité du citoyen. Ils conditionnent l'espace de réalisation des déplacements urbains. Tout d'abord en mettant à disposition un ensemble de moyens de transports et un cadre d'utilisation de ces modes de transports. Puis, en définissant les zones d'accessibilité des individus. En effet, la structure et l'organisation du système de transport dictent les conditions d'accès aux zones urbaines. Ils agissent autant en terme de moyen, qu'en terme de contrainte pour les individus. L'essentiel des transports sont réalisés par l'automobile, les transports en commun, et la marche à pied. L'automobile permet une grande liberté de mouvement, elle reste cependant le mode de transport des populations « privilégiées » motorisées. Les transports en commun sont, le mode « social » de transport. Ils limitent néanmoins l'espace-temps des mobilités individuelles par rapport à la VP. Enfin, la marche à pied réduit très fortement la zone d'accessibilité, malgré son usage libre et gratuit. Ainsi le fondement du choix modal peut, pour l'essentiel se résumer à un arbitrage entre le coût généralisé du mode de transport choisi et la zone d'accessibilité correspondante définie dans l'espace et dans le temps.

L'autorité organisatrice des transports urbains doit intégrer, en plus des satisfactions individuelles des besoins de mobilité, la dimension collective des coûts et avantages du transport. Dans cet objectif de satisfaction nette collective, les politiques de transports orientent leurs décisions autour de plusieurs axes : la satisfaction des besoins de mobilité, le coût de l'organisation du système de transports et le coût des nuisances du transport. Leurs moyens d'action résident pour l'essentiel dans l'offre de transports collectifs et dans la maîtrise des conditions de circulation automobile.

La base UITP apporte une information rare sur un ensemble d'agglomérations du monde. Sa construction et les ajustements effectués sont garantis par ces auteurs. La base peut être utilisée pour des comparaisons internationales, du moment que ces comparaisons ont un sens. Notre analyse s'appuie sur la base afin de dresser un état des lieux de l'usage des transports collectifs dans les agglomérations. Les pays développés s'alignent sur une tendance forte : la motorisation. Et même si l'Europe parvient à maintenir un service de transports

publics actif, son organisation des transports urbains tend à ressembler au système américain. La motorisation des populations développées est un constat. Mais la disparition des transports publics, comme c'est le cas en Amérique, est-elle une fatalité du développement ? Les pays émergents n'ont-ils pas d'autre issue que l'automobile pour assurer leur mobilité future ? L'analyse des conditions urbaines propres aux villes européennes et américaines permet d'identifier quelques-unes des conditions favorisant le développement (ou la survie ?) des transports collectifs. L'héritage d'un cadre géographique et d'une structure urbaine a conduit les villes à structurer leur système de transports urbains selon une logique plus ou moins intensive ou extensive. Le manque d'espace des villes asiatiques ou, à l'opposé, l'étendue des agglomérations américaines sont des données fortes de l'histoire de la structure urbaine et donc du système de transports urbains. Mais, le cadre géographique n'est pas le seul déterminant de l'organisation des transports urbains. Les villes font évoluer leur système de transports, elles orientent leur choix de développement et construisent un ensemble de conditions déterminant les choix individuels de mobilité. Ainsi, les décisions prises concernant le développement des infrastructures routières, les politiques de stationnement, les vitesses de circulation déterminent une part des choix de mobilité. Plus particulièrement, les vitesses des modes de transports sont étudiées. Quelles sont les conditions géographiques, économiques des agglomérations qui facilitent la circulation automobile ou des transports en commun ? L'individu face à cet ensemble de moyens de transports doit déterminer comment satisfaire son besoin de mobilité car c'est donc par l'arbitrage entre les vitesses des modes qu'il peut parcourir de plus ou moins grandes distances.

Les profils d'agglomérations dégagés constituent des organisations de systèmes de transports qui se distinguent nettement les uns des autres. Les niveaux de fréquentation des transports collectifs permettent de différencier ces groupes et de rechercher les leviers politiques potentiels favorisant les transports collectifs. Quelques-uns des instruments des politiques de transports urbains sont ainsi identifiés dans l'analyse. Et leurs effets sur la part de marché des transports collectifs sont observés.

A l'issue de ces analyses, un ensemble de déterminants de la part de marché des transports collectifs est identifié. Les outils économétriques permettent, enfin de vérifier et de confirmer quantitativement l'impact de ces déterminants.

## **La base UI T P « The millenium Cities Database »**

La base de données, dénommée « The millenium Cities Database », a été constituée par l'UITP (Union Internationale des Transports Publics), avec la collaboration de Jeff Kenworthy et Felix Laube de l'université de Murdoch. Par son ampleur unique en son genre, cette base de données offre les moyens d'améliorer la connaissance de l'économie de la mobilité dans les villes du monde. En effet, les données collectées pour 100 villes du monde, concernent la démographie, l'économie et la structure urbaine, le parc automobile, les taxis, le réseau routier, le stationnement, les réseaux de transports publics (offre, usage et coût), la mobilité des individus et le choix du mode de transport, l'efficacité du système de transports et ses effets sur l'environnement (temps et coûts de transport, consommation d'énergie, pollution, accidents...). Ainsi, 66 indicateurs bruts (175 indicateurs bruts élémentaires) ont été produits dans les 100 villes sélectionnées.

### **1. Un échantillon représentatif des villes du monde**

Tous les continents sont représentés dans la base. Les villes étudiées sont réparties comme suit : 35 en Europe de l'Ouest, 6 en Europe de l'Est, 15 en Amérique du Nord, 10 en Amérique latine, 8 en Afrique, 3 au Moyen-Orient, 18 en Asie et 5 en Océanie. Toutes les tailles d'agglomération sont représentées, depuis Graz en Autriche (240.000 habitants), jusqu'à la région métropolitaine de Tokyo (32,3 millions d'habitants). 60 agglomérations appartiennent à des pays développés et 40 à des pays émergents ou en développement (*Annexe I*).

### **2. Année de référence des données**

Les données recueillies font référence à l'année 1995. Du fait de la longueur des travaux nécessaires à l'élaboration de la table, la question de l'obsolescence de cette table peut se poser. Cependant, les informations de cette base peuvent être considérées comme actuelles, dans la mesure où l'économie de la mobilité s'inscrit dans la durée des phénomènes étudiés. L'évolution des villes, la réalisation des grandes infrastructures, et l'évolution des mobilités sont des

phénomènes de moyen, voire de long terme. Il est estimé, par les auteurs de la base, que la durée de validité d'un tel ensemble de données est de plus de 10 ans pour des villes de pays développés et d'un peu moins de 10 ans pour des villes en développement à forte croissance économique et démographique.

### **3. Le contenu informationnel de la base**

Les informations collectées sont principalement de nature quantitative. Les aspects peu quantifiables comme par exemple les opinions des citoyens sur leur système de transports sont en dehors du champ de l'étude. Cependant, des informations qualitatives concernant l'urbanisme, la circulation, le stationnement et les transports publics ont été également recueillies. La liste complète des indicateurs bruts collectés figure en *annexe 2*.

La diversité des domaines d'où sont issus les divers indicateurs présents dans la base, constitue un atout évident. Dans le sens où la dimension mondiale confère à la base un grand intérêt pour les comparaisons internationales et la connaissance de la mobilité à un niveau mondial.

Cependant, un certain nombre d'ambiguïtés et de problèmes persistent. Outre les problèmes de sens des comparaisons de certaines villes, ce sont des problèmes de définitions des indicateurs qui sont les plus pénalisants. Alors que la faible pertinence de certaines comparaisons d'indicateurs entre villes peut limiter la portée et la puissance des conclusions qui en découlent, l'harmonisation des définitions des indicateurs utilisés est primordiale pour ne pas fausser les analyses. Si l'analyste doit prêter une attention à la justification de ses études, il n'en reste pas moins que la base de son travail doit présenter une cohérence et une homogénéité d'ensemble. L'analyse globale au niveau mondial gommara un bon nombre de spécificités locales au travers d'indicateurs standardisés. Mais c'est surtout la succession d'hypothèses et de traitements de l'information brute qui constitue un ensemble de questions épineuses.

De ce fait un certain nombre d'ajustements ont été nécessaires pour faire coïncider les différentes mesures.

#### **3.1. Délimitation des agglomérations**

L'étude de la mobilité possède une pertinence géographique, qui n'est pas toujours adaptée aux entités administratives en place produisant les

informations. Les données disponibles pour des zones administratives non-adaptées ont donc dû être ajustées. Par exemple, des regroupements de communes ont du être effectués par les concepteurs de la base, pour reconstituer des zones métropolitaines pertinentes.

### **3.2. L'année d'observation**

De la même manière, les dates des enquêtes disponibles dans les différentes villes n'étant pas identiques, des extrapolations ont été nécessaires pour que toutes les données concernent l'année 1995.

### **3.3. Décomposition d'indicateurs**

D'une difficulté plus grande, la distinction non-systématique de sous catégories au sein d'indicateurs, relevés pour certaines villes à un niveau trop agrégé, a produit certaines carences dans la base. Ainsi la séparation des services suburbains et des services interurbains, ou la reconstitution de secteurs composés de plusieurs entrepreneurs privés sont problématiques.

### **3.4. Définitions des indicateurs**

A un niveau de détail encore plus précis, les divergences de définitions ne peuvent être effacées. Ainsi l'homogénéité stricte des définitions des indicateurs relevés peut être mise en doute. En effet, sans un travail en amont de standardisation des mesures de la mobilité les indicateurs tels que les temps et les distances de parcours, la définition de la personne étudiée (limite d'âge, statut professionnel), le motif de transport (déplacement professionnel ou personnel), etc. doivent être utilisés avec prudence.

### **3.5. Méthodes d'enquêtes**

Enfin, dans un soucis de détail, les divergences de résultats produits par des méthodes d'enquêtes différentes pourront être évoquées. En effet, qu'il s'agisse de relevés sur le terrain, d'enquêtes téléphoniques, ou de carnets de bord, les informations recueillies n'ont ni la même valeur informationnelle, ni le même pouvoir représentatif.

- La base UITP «The millenium Cities Databases » -

La base étant qualifiée d'imparfaite, par ces auteurs même, elle n'en reste pas moins le recueil de données le plus abouti, complet et fiable à ce jour. L'intégralité des indicateurs est renseignée pour 84 villes sur 100. Pour les autres cas, le taux de collecte varie de 30 % à 95 %. C'est en Amérique latine que le recueil de données est le moins complet.

## **Etude de la part de marché des transports collectifs**

L'analyse de la part de marché des transports collectifs est constituée en trois temps. Tout d'abord, les données géographiques et économiques sont utilisées pour illustrer et explorer des profils types de systèmes de transports. Cela afin de permettre notamment de distinguer les systèmes de transports en fonction du niveau de développement économique ou technique des régions étudiées. Puis, les performances, mais aussi les déterminants des organisations des transports collectifs sont observées. Les relations existant entre les profils d'organisation de systèmes de transports et les indicateurs de mobilité sont ainsi éclairées. Ensuite, plusieurs mesures des coûts des systèmes de transports sont étudiées, et permettent de comparer les rapports entre le coût des systèmes de transports et leurs performances. Enfin, une approche économétrique est initiée dans le but d'identifier et de quantifier les effets des caractéristiques déterminantes des systèmes de transport.

L'indicateur retenu pour mesurer la part modale en transports collectifs est le rapport entre le nombre de déplacements effectués en transports collectifs et le nombre total de déplacements en modes mécanisés. L'indicateur fondé sur le rapport du nombre de voyageur.kilomètres semblait, en effet, moins significatif selon les régressions effectuées sur les principales variables.

### **1. La part des transports collectifs et les conditions géographiques et économiques**

#### **1.1. Le partage modal des modes mécanisés**

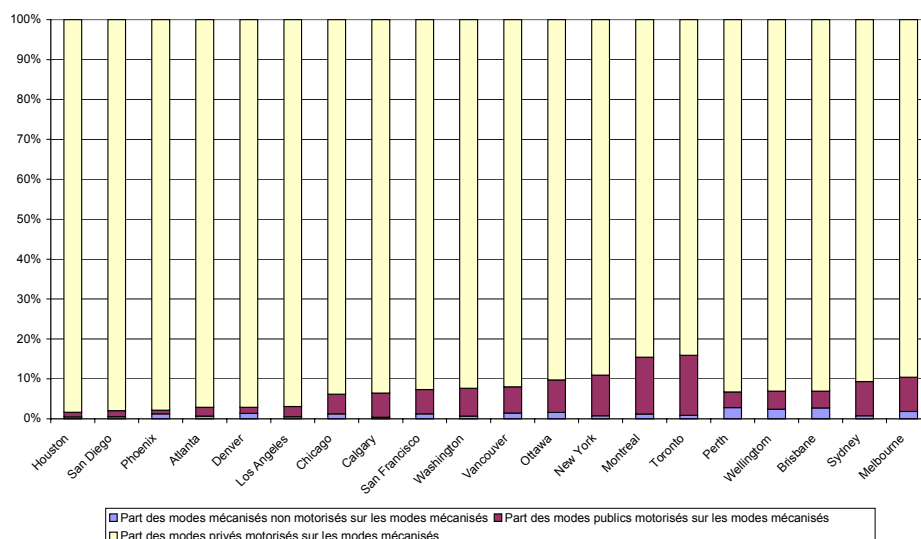
Le découpage par continent est le plus simple. Il illustre très rapidement le clivage existant entre deux types d'organisation des systèmes de transports urbains. En effet, l'observation des parts relatives des différents modes mécanisés, permet de distinguer les agglomérations dont la mobilité est dominée par l'automobile, de celles qui possèdent un système de transports collectifs actifs.



- Etude de la part de marché des transports collectifs -

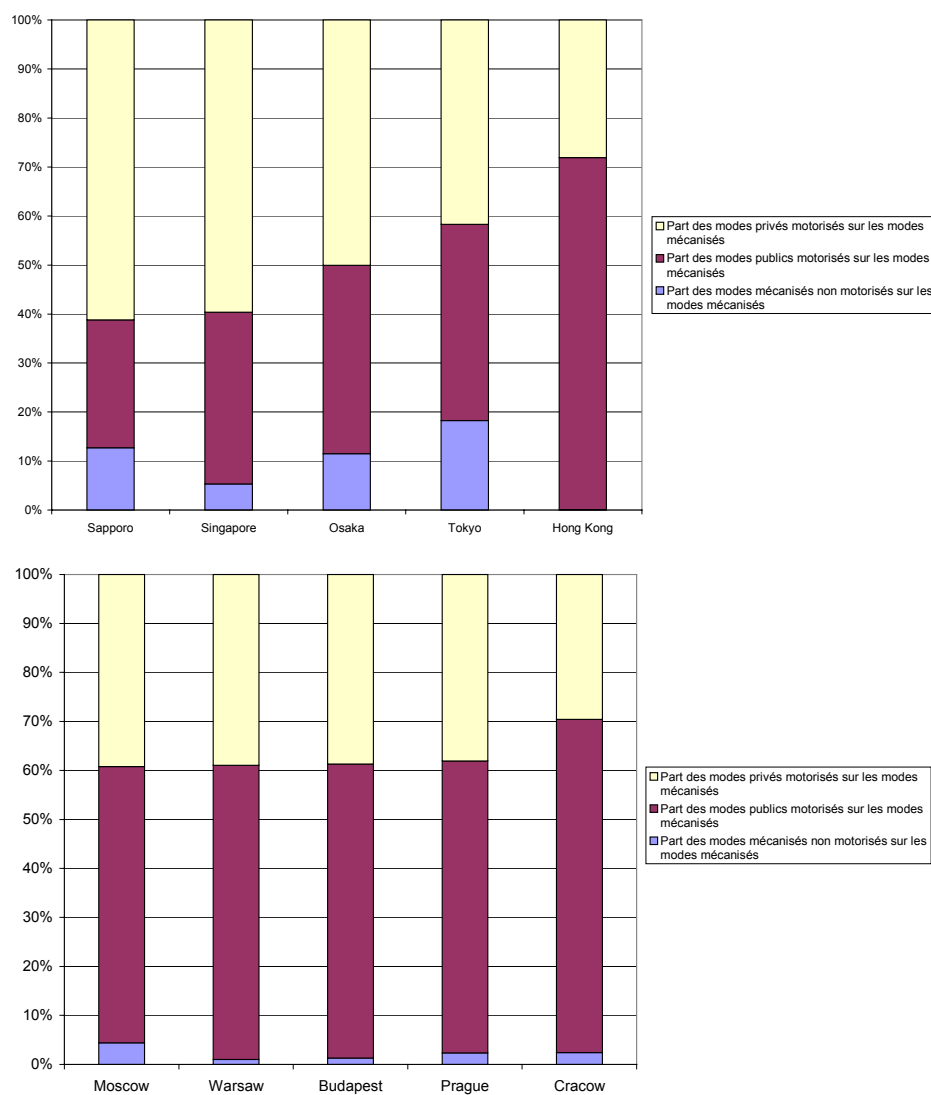
Par rapport aux autres agglomérations du monde, la situation européenne est intermédiaire entre, d'une part, la situation américaine, et d'autre part, la situation des grandes villes asiatiques ou d'Europe de l'Est. En effet, les agglomérations d'Amérique du Nord et d'Océanie ont toutes organisé leurs transports urbains autour de la voiture particulière (93 % de part de marché). Elles ne laissent qu'une faible part aux transports collectifs (6 % de part de marché), et une part encore plus réduite ni aux modes mécanisés et non motorisés (1 % de part de marché) (graphique 1).

Graphique 1 - Partage modal des modes mécanisés en Amérique du Nord et Océanie.



A l'opposé, les villes d'Europe orientale et les grandes villes asiatiques laissent une place importante aux transports collectifs, avec respectivement, 60 % et 42 % de part de marché moyenne. Mais, là encore la part des modes mécanisés non motorisés est contrastée, puisqu'elle atteint 10 % pour les villes asiatiques, et reste très faible pour les villes d'Europe de l'Est (3 %) (graphique 2).

*Graphique 2 -Partage modal des modes mécanisés en Europe de l'Est  
et dans les grandes villes asiatiques*

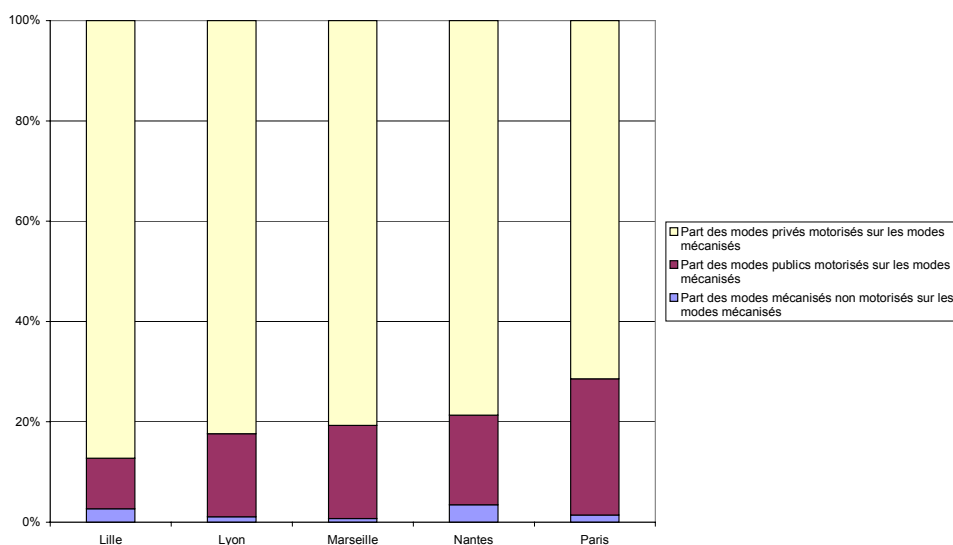


- Etude de la part de marché des transports collectifs -

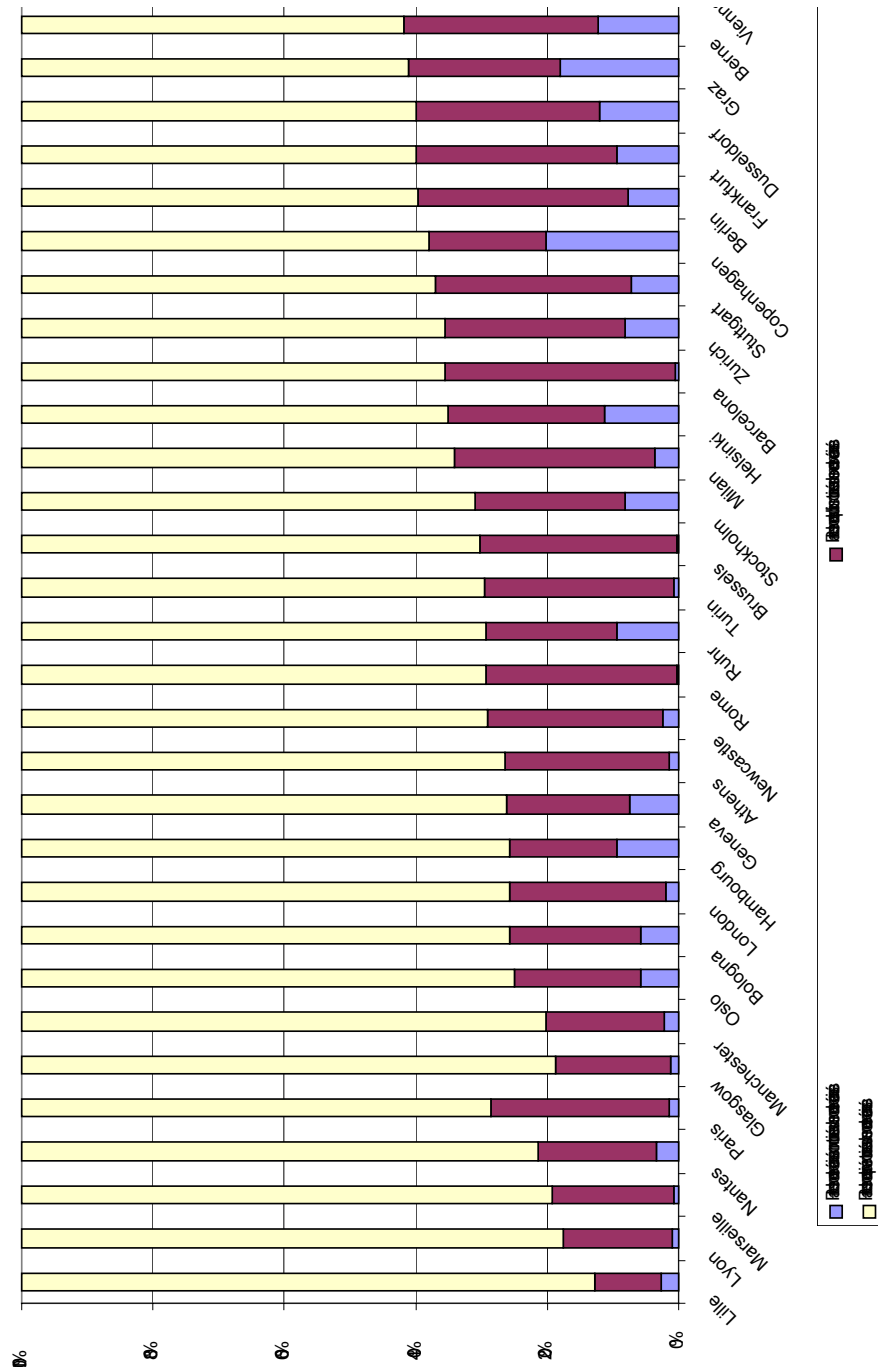
Les mobilités françaises sont dominées par l'automobile (en moyenne, 80 % de part de marché pour l'automobile). Mais les agglomérations françaises disposent d'un service de transports publics qui représente en moyenne 18 % des déplacements mécanisés (*graphique 3*).

Les villes françaises se rapprochent de la moyenne d'Europe occidentale, où la mobilité est assurée à 25 % par les transports collectifs. La voiture particulière n'y représente en moyenne que 68 % (*graphique 4*). Mais, des situations contrastées coexistent dans ce groupe. Des villes comme Madrid, Vienne, Barcelone, Munich, sont plus orientées sur les transports collectifs que les autres. Les villes françaises font partie du groupe où l'automobile reste le mode largement dominant faisant le plus appel à l'automobile. La place des modes mécanisés mais non motorisés, est elle aussi très contrastée et n'est pas la conséquence directe du résultat de l'arbitrage transports collectifs – automobile.

*Graphique 3 - Partage modal des modes mécanisés en France.*



Graphique 4 - Partage modal des modes mécanisés en Europe occidentale.



- Etude de la part de marché des transports collectifs -

Enfin, les villes des pays émergents affichent des parts de marché de transports collectifs relativement importantes (40 % en moyenne). Seules les villes du Moyen Orient ont laissé une place importante à l'automobile, avec 82 % de part de marché (*graphique 5*). Toutefois, pour ces villes la place de l'automobile peut ne pas résulter simplement d'un choix d'orientation du système de transports urbains. Mais, elle peut être la conséquence du niveau de développement économique des villes.

*Graphique 5 - Partage modal des modes mécanisés dans les pays émergents*



Les partages modaux des différents continents permettent de distinguer plusieurs groupes de villes possédant des systèmes d'organisation des transports urbains proches. En effet, le groupe le plus net est certainement le groupe des villes américaines et océaniques qui laissent peu de place aux transports collectifs. A l'opposé, le groupe des grandes villes asiatiques, les villes d'Europe de l'Est, et des pays émergents, font apparaître des parts de marché de transports en communs, nettement supérieures ou proches de 50 %. Cependant, pour de nombreuses villes de ce groupe, cette part de marché peut être perçue, non pas comme le résultat d'un choix d'orientation de la politique des transports, mais d'une contrainte imposée par le niveau de développement économique. Il est donc difficile de considérer que ces villes forment un groupe homogène, et qu'elles ont choisi une politique tournée vers les transports collectifs. Enfin, le groupe européen présente des systèmes de transports urbains dans lesquels la part des TC résistent autour de 25 %.

La question cruciale de la transformation des systèmes de transports ne peut pas être traitée ici. En effet, la base UITP ne fait référence qu'à l'année 1995. Il est donc impossible, sans série chronologique, d'avoir une vision de l'évolution des systèmes au fil des ans, qui soit basée sur les mêmes indicateurs.

Ces partages modaux ne sont pas sans conséquence sur le type de mobilité réalisée. En effet, les distances parcourues possèdent une cohérence avec les partages modaux. Dans l'ensemble, dans les villes faisant plus appel à l'automobile, les distances moyennes parcourues par déplacement sont plus importantes. Elles approchent les 11km dans les villes américaines, et descendent autour de 8km, dans les villes européennes où les transports collectifs sont plus présents. Cependant, dans ce dernier groupe, les situations sont contrastées. Les grandes villes asiatiques atteignent des distances moyennes de 9km, pour des parts de marché de transports collectifs importantes. Alors que les villes d'Europe de l'Est affichent des distances moyennes de 6km. Là encore, les villes françaises sont au bas du tableau, puisque avec des parts de marché de l'automobile élevées par rapport au reste de l'Europe, les distances parcourues par déplacement sont en moyenne seulement de 6km (*tableau I*).

- Etude de la part de marché des transports collectifs -

*Tableau 1 - Parts de marché moyennes des transports collectifs  
et des voitures particulières (en %)  
et distances moyennes par déplacement (en km)*

	Parts moyennes des TC ( %)	Parts moyennes des VP ( %)	Distances moyennes
USA-Océanie	5	92,8	11,8
Grandes Asie	42	48,1	11
Amérique du Sud	50	47,6	10,3
Europe de l'Ouest	25	67,9	7,9
Afrique	42	56,1	7,5
Moyen Orient	14	82,1	7,3
Asie	39	42	7
Europe de l'Est	60	36,9	6,6
France	18	80	5,9

Les premières analyses de la part de marché des transports collectifs nous permettent de définir trois groupes d'agglomérations. Les villes européennes sont en position intermédiaire entre les villes américaines utilisant peu les transports en commun et les grandes villes asiatiques et d'Europe de l'Est. Au sein de ce groupe européen, les villes françaises tendent à se rapprocher des organisations américaines des transports.

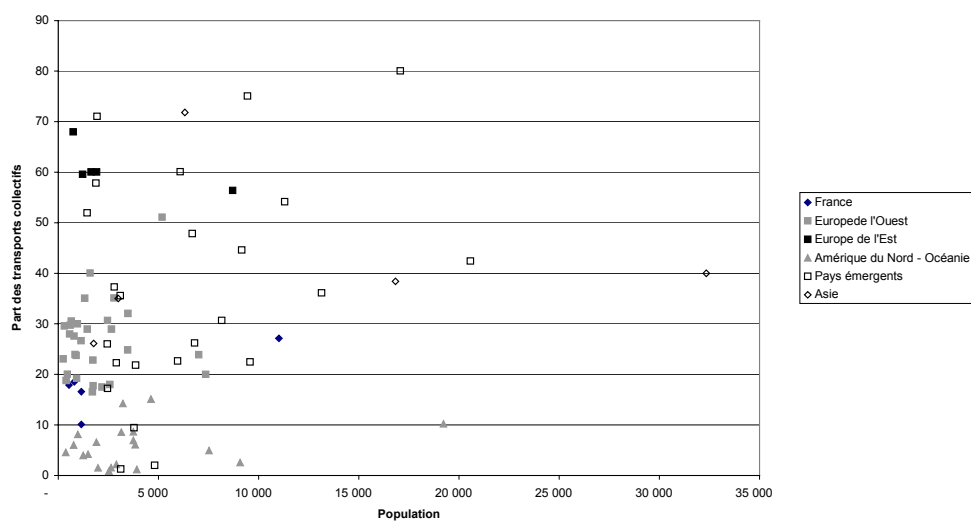
La caractérisation plus précise de ces profils de systèmes de transports urbains nécessite dès lors l'exploration de la part de marché des transports collectifs sous des angles divers. Tout d'abord, les situations géographiques et économiques des agglomérations seront étudiées. Les niveaux de population concernées par les transports collectifs, les surfaces à couvrir par les réseaux de transports, le développement économique des agglomérations conditionnent le développement des systèmes de transports urbains.

## **1.2. La part des transports collectifs et la population urbaine**

Dans l'ensemble, la population de l'agglomération ne semble pas affecter la part de marché des transports collectifs. Les situations des villes des pays émergents, d'Europe de l'Est et les grandes villes asiatiques sont toujours très dispersées. Quant à elles, les villes d'Europe de l'Ouest et d'Amérique du Nord, constituent deux groupes distincts. Le premier, européen, affiche des parts de marché des transports collectifs plus élevées que le groupe américain. Toutefois, aucune relation entre la population et la part de marché n'est

apparente. Le niveau de population potentiellement « captive », ne semble pas pouvoir justifier le développement d'un système de transports collectifs (*graphique 6*).

*Graphique 6 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la population (en milliers)*



### 1.3. La relation entre la part de marché des transports collectifs et la surface urbaine

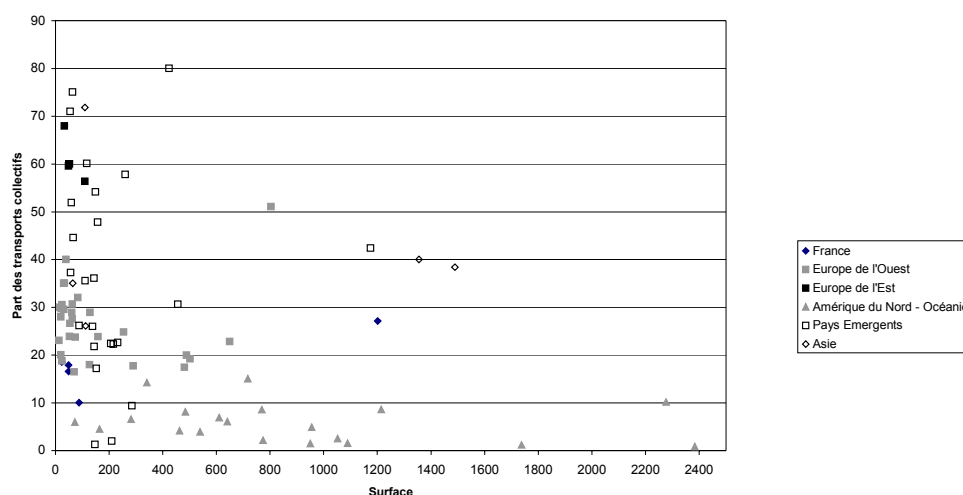
Pour l'ensemble des villes, aucune relation fonctionnelle n'apparaît entre la surface urbaine et la part de marché des transports collectifs.

La décomposition par continent peut nous éclairer davantage sur cette relation. Nous retrouvons la position caractéristique des villes d'Amérique du Nord et d'Océanie, qui combinent des surfaces de grande envergure et des parts de marché très faibles. Les villes européennes ont des superficies bien moindres, excepté Paris et Madrid, et des parts de marché plus importantes (*graphique 7*).



- Etude de la part de marché des transports collectifs -

*Graphique 7 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la surface urbaine (en milliers d'ha) (décomposition par continent)*



Les villes des pays émergents, d'Europe de l'Est et les grandes agglomérations asiatiques sont dispersées.

Par leur niveau de part de marché, les villes françaises se situent, dans les *graphiques 6 et 7* à la frontière des groupes européen et américain. Mais ne se distinguent pas, par leur niveaux de population ou par leur surface.

La part des transports collectifs apparaît donc peu corrélée avec la surface de l'agglomération. Il semble tout de même que pour les villes de grande envergure des pays développés, les transports en commun soient délaissés. Mais cela paraît peu significatif. D'autant plus que les définitions des aires urbaines étudiées par la base UITP restent mystérieuses. La comparaison des surfaces de Lille (87900 ha) et de Lyon (48675 ha), illustre notamment le fait que les mobilités qui sont captées par les enquêtes ne permettent pas tout à fait de comparer les parts de marché des transports collectifs. En effet, pour la première agglomération : l'arrondissement de Lille, un certain nombre de déplacements peuvent être considérés comme des déplacements interurbains (entre Lille, Roubaix et Tourcoing). Pour ce type de déplacements, les mécanismes du choix du partage modal individuel ne sont pas identiques à ceux de l'intra-urbain.

Les indicateurs de niveau de population et de surface semblent peu explicatifs du partage modal. Cependant, il paraît pertinent d'envisager que la structure de

la ville possède une influence sur le mode utilisé. Les difficultés d'organisation et de gestion, de transports collectifs en zones rurales illustrent bien le rapport à l'espace que peuvent entretenir les systèmes de transports.

#### **1.4. La part des transports collectifs et les densités**

Des indicateurs de la structure spatiale de la ville sont étudiés. L'approche par les densités de population et d'emplois, permet de mettre en relation le système de transports urbains avec la concentration des individus et des activités dans la ville.

##### *1.4.1. La relation entre la part de marché des transports collectifs et la densité urbaine*

En considérant toutes les villes, une relation positive entre la part de marché des transports collectifs et la densité urbaine apparaît, c'est-à-dire que plus la densité de population est forte, plus la part de marché a tendance à être élevée.

La décomposition du nuage de points par continent nous permet de mieux caractériser le phénomène.

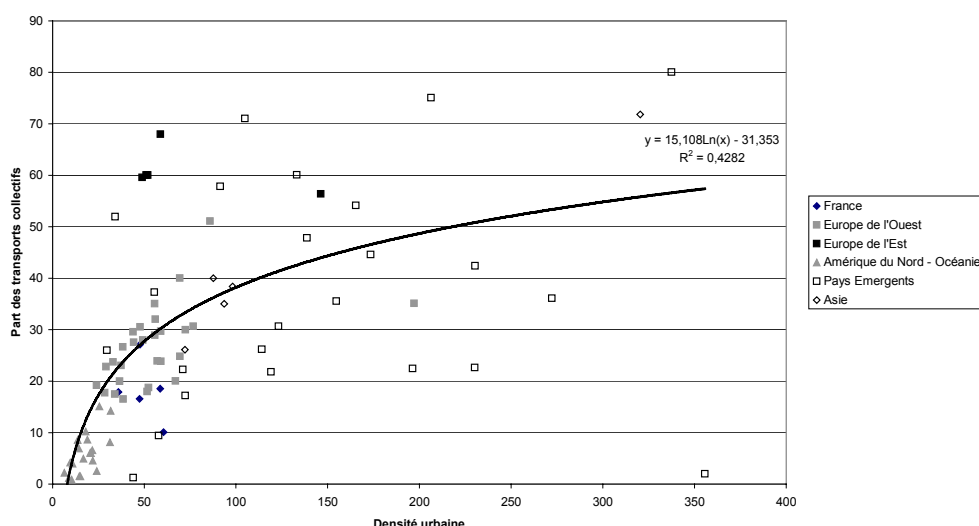
Les villes d'Amérique du Nord et celles d'Océanie combinent des densités faibles avec des parts de marché en transports collectifs également réduites. La faible densité de ces agglomérations rend difficile une desserte en transports collectifs efficace. Par ailleurs, comme nous le verrons, ces villes disposent d'une offre routière à forte capacité permettant une circulation rapide, qui semble plus pertinente pour ces niveaux de densités.

Les villes d'Europe de l'Ouest et les grandes agglomérations asiatiques se distinguent des villes précédentes. Elles présentent une densité urbaine plus forte avec des parts de marché en transports collectifs se situant entre 15 % et 50 % (51 % pour Madrid). Les situations de ces villes sont diversifiées. Elles se situent tout de même le long d'un gradient croissant densité urbaine-part des transports collectifs.

Les villes françaises, en comparaison avec leur densité, présentent des parts de marché en transports collectifs relativement faibles, excepté pour Paris, qui est sur la courbe (47,62 pers./ha. ; 27,14 %) (*graphique 8*).

- Etude de la part de marché des transports collectifs -

*Graphique 8 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la densité urbaine (en pers./ha.) (décomposition par continent)*



#### 1.4.2. La relation entre la part de marché des transports collectifs et la densité d'emplois

La densité d'emplois dans la ville possède le même type d'effet que la densité urbaine sur la part de marché des transports collectifs. La dispersion des emplois dans l'aire urbaine rend la soutenabilité d'un système de transports en commun plus difficile. Toutefois, ce résultat était attendu, dans la mesure où les densités urbaine et d'emplois sont très fortement corrélées (*tableau 2 : coefficient de corrélation de Pearson : 0,92*)

*Tableau 2 - Coefficients de corrélation entre la part de marché moyenne des transports collectifs et les densités urbaines et d'emplois*

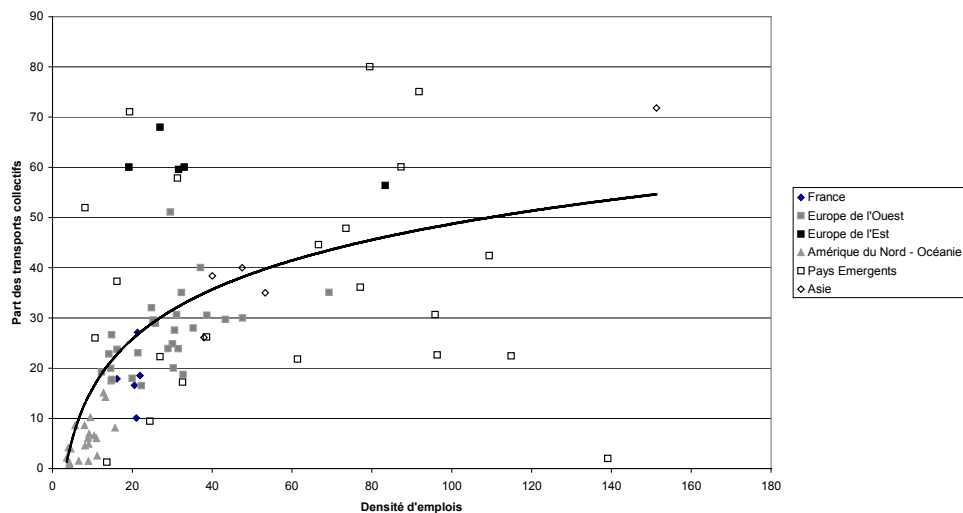
	Part moyenne des TC	Densité d'emplois
Part moyenne des TC	1	0,3
Densité urbaine	0,32	0,92

Les situations continentales sont identiques aux précédentes. Les villes américaines et océaniques affichent des densités d'emplois trop faibles pour

soutenir un système de transports collectifs efficace. Les villes européennes et les grandes cités asiatiques voient la part de leurs transports collectifs croître avec la densité d'emplois. Enfin, les villes d'Europe de l'Est et des pays émergents sont dispersées autour de ces deux tendances significatives.

Les villes françaises sont toujours dans le bas de la tendance européenne.  
(graphique 9)

*Graphique 9 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la densité d'emplois (en emplois/ha.)  
(décomposition par continent)*



La structuration de l'espace urbain semble être une variable explicative de la part de marché des transports collectifs. La dispersion des emplois ou de la population dans la ville affecte la performance des transports en commun. Ceci peut notamment s'expliquer par l'existence d'un niveau de densité assurant la soutenabilité d'un système de transports publics. Sous ce seuil de densité, les systèmes de transports collectifs ne peuvent être viables. Ils sont alors concurrencés par l'automobile.

Cependant nos indicateurs restent vagues sur l'organisation de la ville et la position des activités par rapport aux résidences. Ils supposent une répartition uniforme des emplois et des populations sur l'aire urbaine.

- Etude de la part de marché des transports collectifs -

1.4.3. *La relation entre la part de marché des transports collectifs et la proportion d'emplois dans le centre*

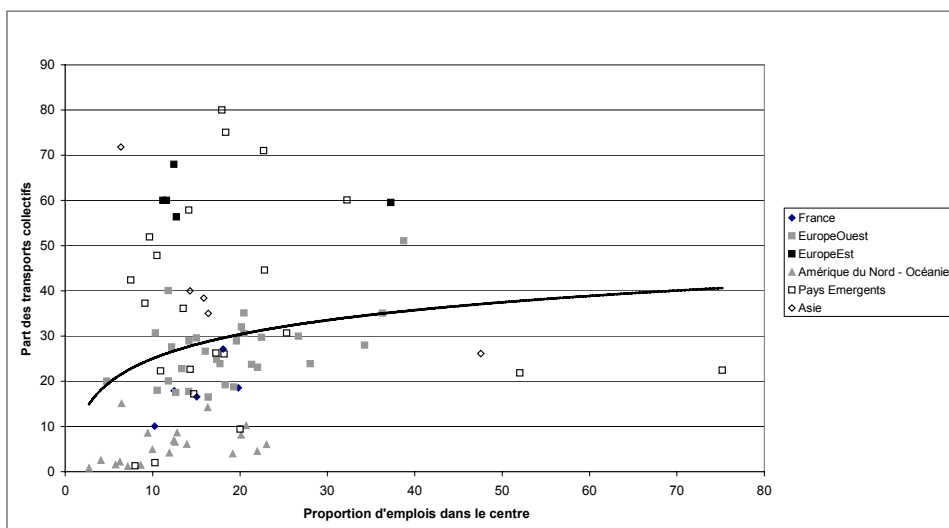
Un indicateur supplémentaire permet d'appréhender l'organisation urbaine de façon plus détaillée : la proportion d'emplois dans le centre.

La proportion d'emplois dans le centre est établie, dans la base UITP par rapport la définition anglo-saxonne du centre ville : le *Central Business District*. Cette proportion est une mesure du pouvoir attractif exercé par le centre ville sur les activités de l'ensemble de l'agglomération. Un fort pouvoir attractif du centre signifiera aussi que le centre sera un point de convergence des déplacements. Cependant, cet indicateur est moins explicatif de la part des transports collectifs que les densités urbaine et d'emplois. Même si la relation entre la proportion d'emplois dans le centre et la part de marché des transports en commun est croissante, la dispersion autour de cette tendance générale est très forte.

La décomposition géographique indique que les effets de la proportion d'emplois sur la part de marché des transports en commun est positive pour les groupes de villes américaines, océaniques, et européennes. Mais les relations sont moins significatives, en raison de la plus forte dispersion des proportions d'emplois dans le centre (*graphique 10*).

Les villes françaises sont caractérisées par des proportions d'emplois dans le centre proches de la moyenne européenne et comme nous l'avons déjà vu, par des parts de marché des transports collectifs plus faibles que la moyenne européenne.

*Graphique 10 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la proportion d'emplois dans le centre (en %)*



Les indicateurs économiques fournis dans la base UITP permettent d'approfondir le lien existant entre la part de marché des transports collectifs et la ville. En observant le PIB urbain, nous pouvons étudier les niveaux de développement économique, et d'activités ainsi que les moyens de transports accessibles de la ville peuvent être étudiés.

### **1.5. La relation entre la part de marché des transports collectifs et le PIB urbain**

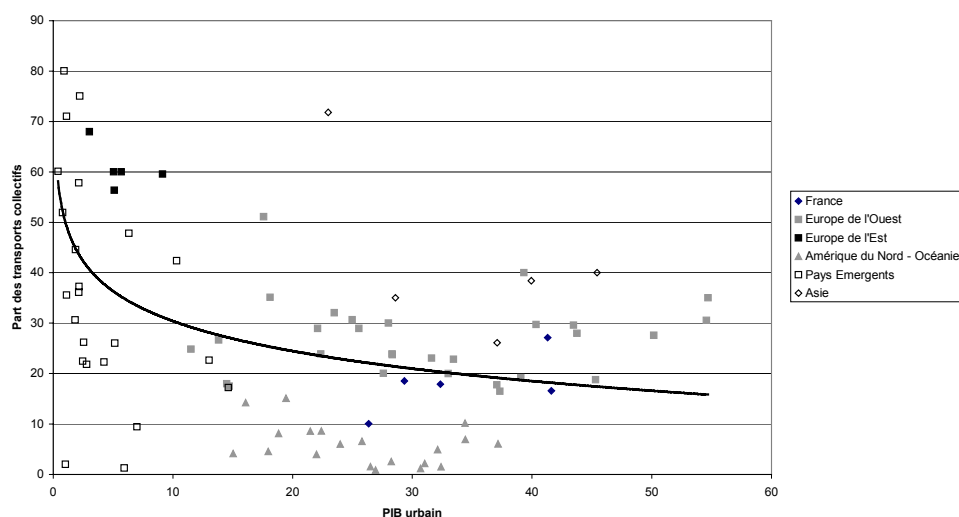
Pour l'ensemble des villes, une relation décroissante entre le PIB métropolitain et la part de marché en transports collectifs semble se dessiner. Cependant, cette tendance est surtout expliquée par l'opposition des pays industrialisés aux pays en voie de développement, où la part de marché des transports collectifs reste importante car l'accès à la motorisation n'est pas démocratisé.

En effet, l'observation des situations des villes européennes, américaines et océaniques, révèle que le PIB métropolitain n'a quasiment pas d'influence sur le niveau de la part de marché des transports collectifs (*graphique 11*). L'influence de la structure urbaine, analysée précédemment est donc plus significative.

- Etude de la part de marché des transports collectifs -

En effet, hormis le clivage entre pays émergents et pays développés, il est impossible de distinguer les villes européennes des villes américaines et océaniques par leur niveau de PIB urbain. Il en résulte que le PIB est inefficace à expliquer les différences de partage modal existant entre ces deux groupes. Mais il est clair que cet indicateur de développement de l'activité économique et des moyens de transports explique une grande partie des situations relatives des pays émergents par rapport aux pays développés. *Cela laisse supposer qu'il pourrait exister un niveau de PIB à partir duquel l'usage des transports collectifs n'est plus une obligation, mais un choix.*

Graphique 11 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le PIB urbain (en milliers de USD)  
(décomposition par continent)



## 2. Les caractéristiques et les performances du système d'offre de transports urbains : les déterminants de la part des transports collectifs

La structure urbaine en tant que lieu d'exercice de la mobilité impose un certain nombre de contraintes. En effet, le système de transports urbains doit s'adapter aux contraintes physiques qui sont dictées par la ville. Par exemple, l'accès automobile aux centres historiques étroits et tortueux européens n'est pas toujours aisé.

Les caractéristiques géographiques étudiées précédemment imposent ou permettent à certains aspects du système d'offre de transports urbains de se développer plutôt que d'autres. L'étude de la relation entre la part de marché des transports collectifs et les caractéristiques du système d'offre de transports urbains permettra d'identifier les caractéristiques déterminantes de la part de marché des transports en commun. De plus, cette analyse donnera un aperçu des performances relatives des différents systèmes de transports urbains à travers le monde.

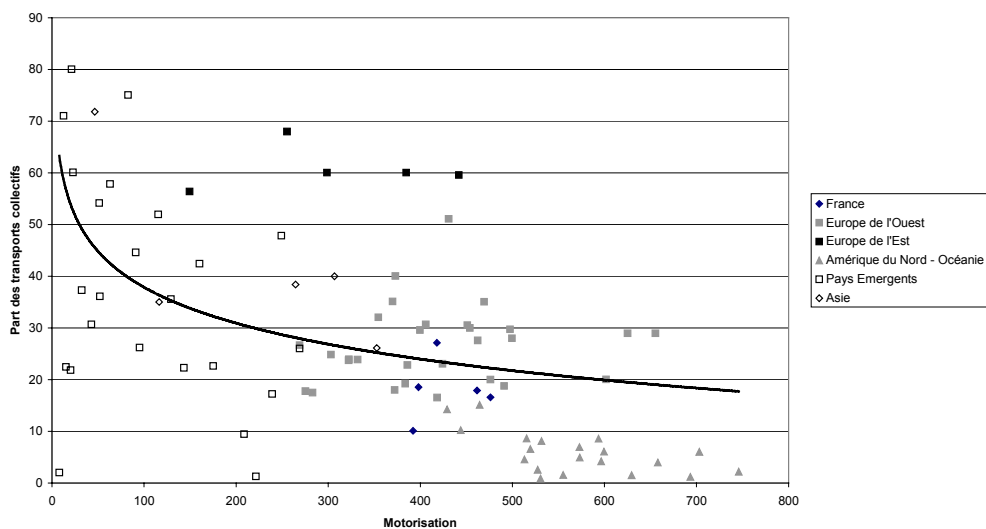
### **2.1. La relation entre la part de marché des transports collectifs et la motorisation**

Permise par le développement économique et par l'amélioration du niveau de vie, la motorisation observée est élevée pour les pays développés et faible pour les pays émergents. Les villes les plus motorisées sont les villes américaines et océaniques. La conséquence de la motorisation de la population sur la part de marché des transports en commun est directe. La part de marché est rapidement décroissante avec le taux de motorisation (*graphique 12*).



- Etude de la part de marché des transports collectifs -

*Graphique 12 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la motorisation (en véhicules pour 1000 pers.) (décomposition par continent)*



Cependant, dans un groupe de villes de niveau économique proche, la relation ne paraît pas aussi marquée. Ainsi, par exemple en Europe, la part de marché des transports collectifs n'est pas aussi sensible au taux de motorisation. Dans les villes européennes, la perte de part de marché des transports collectifs face à la motorisation n'est pas directement visible. *Une fois encore, il semble qu'un*

*taux minimum de motorisation existe à partir duquel, les transports en commun ne représentent l'unique alternative modale. La motorisation, comme le PIB urbain semble efficace pour déterminer cette frontière entre l'obligation et le choix des transports collectifs.*

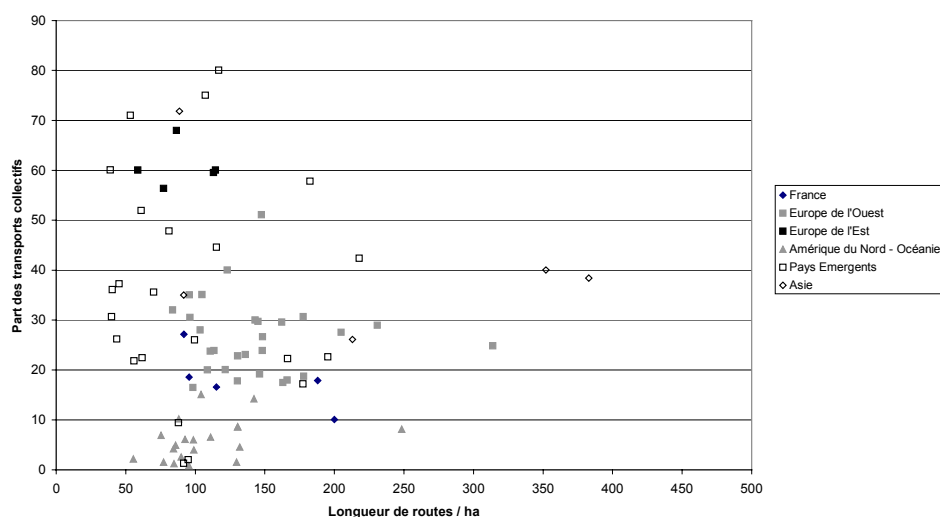
## 2.2. La relation entre la part de marché des transports collectifs et la longueur de routes par hectare

A l'opposé, la densité d'infrastructures routières affecte peu la part des transports collectifs.

Au niveau continental, les villes américaines et océaniques font parties des villes offrant la plus faible densité de route à l'hectare (*graphique 13*).

L'indicateur choisi ici tient compte de la surface urbaine. Or, les villes américaines sont plus étendues que les villes européennes, ce qui réduit la densité d'infrastructures. De ce fait l'information de cet indicateur peut être trompeuse.

*Graphique 13 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la longueur de routes par ha urbain (en m / ha.) (décomposition par continent)*

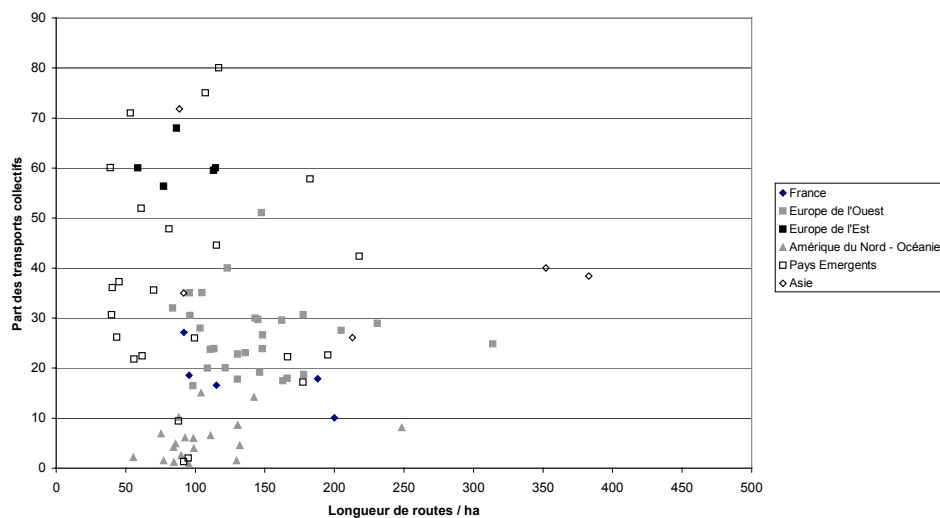


### **2.3. La relation entre la part de marché des transports collectifs et les possibilités de parking ?**

Les possibilités de stationnement sont renseignées dans la base UITP. Les trois indicateurs suivants permettent de rechercher l'existence d'un lien entre le stationnement et l'usage des transports en commun, donc l'abandon de la voiture particulière.

Le résultat le plus significatif est l'effet négatif des places de stationnement dans le centre ville sur la part de marché des transports collectifs. L'indicateur rapporte ici le nombre de places de stationnement pour 1000 emplois dans le centre et permet donc une comparaison des villes. Trois profils apparaissent nettement. Tout d'abord les villes de pays émergents offrent peu de stationnement et ont des parts de marché des transports collectifs élevées. Mais pour ces villes la question se pose à nouveau de savoir si cette situation est un choix ou le résultat de contraintes économiques. Les villes européennes mettent à disposition de nombreux stationnements au centre et obtiennent des parts de marché de transports en commun intermédiaires. Les villes françaises font parties des villes qui offrent le plus de stationnement de ce groupe, ce qui peut être un élément explicatif de la faiblesse particulière de la part française des transports collectifs par rapport aux autres villes européennes. Enfin, les villes américaines et océaniques présentent des nombres de places de parking très différents. Mais dans tous les cas, leurs transports collectifs ne réalisent que de faibles parts de marché (*graphique 14*). Alors que les villes américaines sont les villes dont la proportion d'emplois dans le centre est la plus faible, certaines mettent à disposition beaucoup plus de stationnements au centre que les autres villes. Malgré la faible concentration d'emplois dans les centres villes américains, la politique de stationnement est extensive et favorable aux modes privés de déplacements. A l'inverse, les villes européennes regroupent plus leurs emplois au centre, mais ne favorisent pas le stationnement. Ceci peut s'apparenter à une mesure politique dissuasive pour le transport privé.

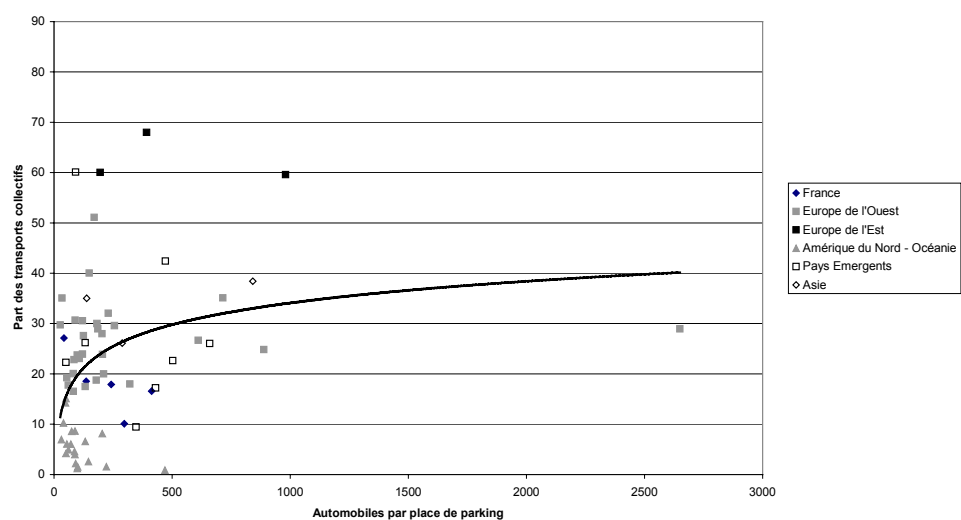
*Graphique 14 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le nombre de places de parking pour 1 000 emplois dans le CBD (en places pour 1 000 emplois) (décomposition par continent)*



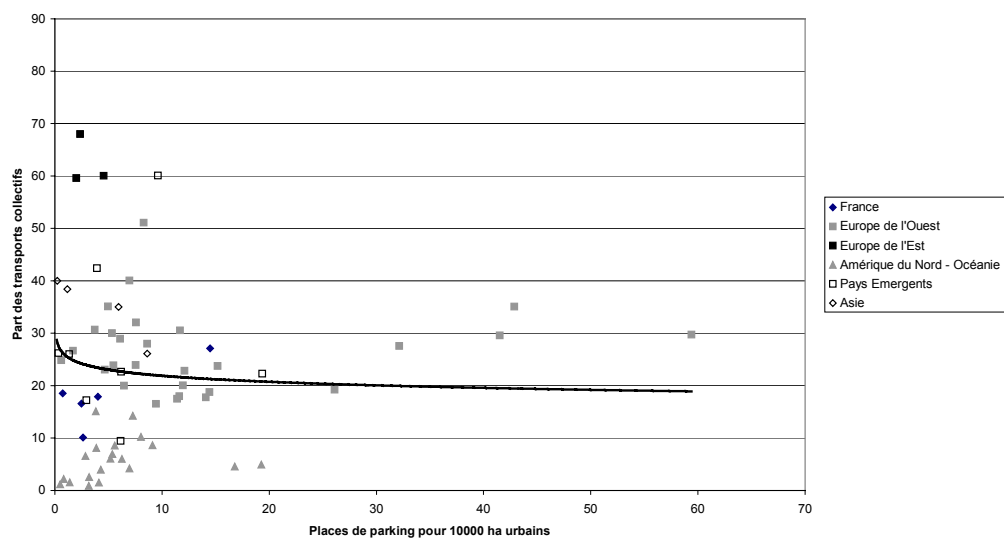
Les autres indicateurs du stationnement ne révèlent pas d'effet particulier sur la part de marché des transports collectifs. Cependant le nombre d'automobiles pour une place de parking dans le centre confirme le résultat précédent. Les automobilistes américains disposent de plus de possibilités de stationnement que les européens. En France, la ville de Lyon est celle dont les places de stationnement au centre sont les plus recherchées par les automobilistes, car les plus rares (*graphique 15*). Enfin, les stationnements pour 10000 ha urbains illustrent aussi ces positions relatives (*graphique 16*).

- Etude de la part de marché des transports collectifs -

*Graphique 15 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le nombre d'automobiles par place de parking CBD (en véhicules par place) (décomposition par continent)*



*Graphique 16 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le nombre de places de parking pour 10000 ha urbains (décomposition par continent)*



## **2.4. La relation entre la part de marché des transports collectifs et la vitesse moyenne de circulation sur route dans les agglomérations**

Une caractéristique du système de transport est la vitesse de déplacements qu'il assure. La vitesse des transports en commun est aussi un des indicateurs de performance de l'organisation du système.

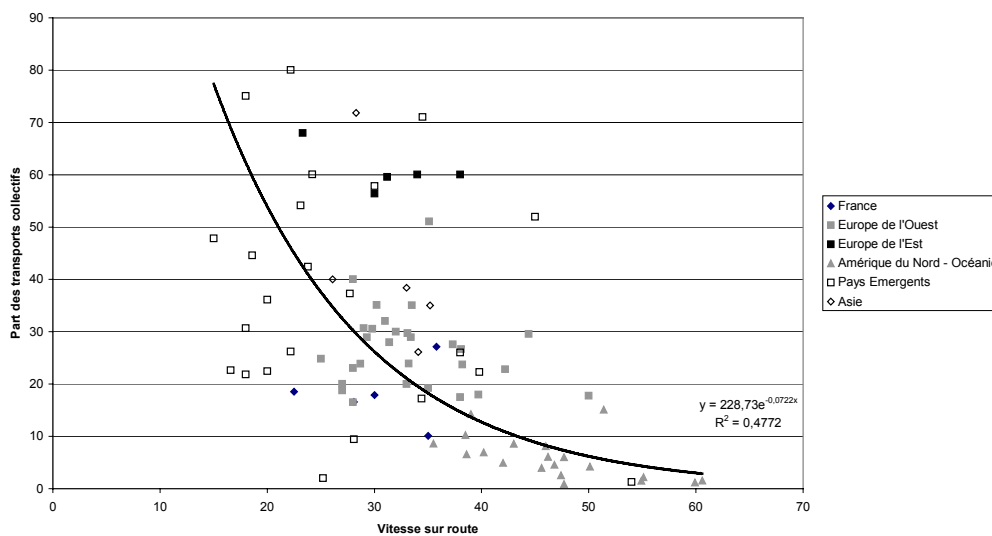
Une relation négative est observée entre la part de marché des transports collectifs et la vitesse sur route pour l'ensemble des grandes agglomérations du monde. Plus la vitesse sur route est élevée et moins les transports collectifs sont compétitifs et donc utilisés.

La décomposition du nuage de points permet de comparer la situation des villes de chaque continent. Les villes d'Amérique du Nord présentent les vitesses sur route les plus élevées mais aussi les parts de marché les plus faibles. Les villes d'Océanie suivent le même profil.

Les villes d'Europe de l'Ouest occupent une position intermédiaire. Elles présentent des vitesses sur route nettement moins élevées mais des parts de marché en transports collectifs plus importantes. Les villes d'Asie sont comparables à certaines villes d'Europe. En revanche, les villes d'Europe de l'Est, si elles présentent des vitesses sur route relativement comparables avec celles des villes d'Europe de l'Ouest, elles ont des parts de marché en transports collectifs nettement plus élevées.

Les villes des pays émergents ne présentent pas un profil homogène. Elles se distinguent néanmoins par de faibles vitesses sur route en moyenne (*graphique 17*).

Graphique 17 - La part des transports collectifs (en %) et la vitesse sur route (en km/h)  
(décomposition par continent)



Les relations entre les parts de marché en transports collectifs et la vitesse sur route pour les villes de chacun de ces continents peuvent être conditionnées, entre autre, par la densité et la structure urbaine de ces agglomérations, mais



- Etude de la part de marché des transports collectifs -

aussi par le niveau de richesse induisant le niveau d'équipements des agglomérations, ainsi que leur qualité.

## **2.5. Les déterminants de la vitesse**

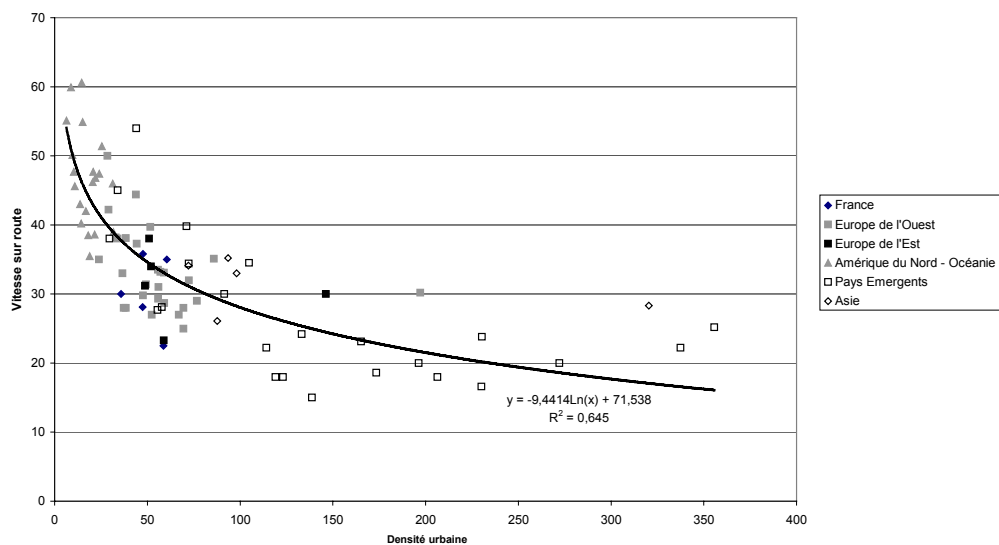
Différents déterminants de la vitesse de déplacements sont étudiés à partir des données relatives à la structuration de l'espace urbain, ou à la motorisation de la population ou à l'activité économique de la ville.

### *2.5.1. La relation entre la vitesse et la densité urbaine*

La concentration de la population dans la ville se traduit par une intensification du bâti. L'installation de l'équipement de transports nécessaire se fait donc sous plus de contraintes que dans un espace libre. Il en résulte des conditions de circulations restreintes, tous modes confondus (*graphiques 18, 19 et 20*).

La décomposition continentale permet de distinguer trois groupes de villes. Les villes américaines et océaniques dont les vitesses sur route sont les plus élevées, et dont les densités urbaines sont les plus faibles. Cela laisse supposer que la faible concentration de population permet un meilleur développement des infrastructures de transports. Les villes européennes possèdent des vitesses et des densités urbaines relativement élevées. Enfin, les villes des pays émergents ont des vitesses faibles et des densités urbaines élevées. Il semble donc que pour les villes de pays développés, les vitesses sur route sont contraintes par la densité urbaine (*graphique 18*).

Graphique 18 - La vitesse sur route (en km/h) et la densité urbaine (en pers. / ha.)  
(décomposition par continent)

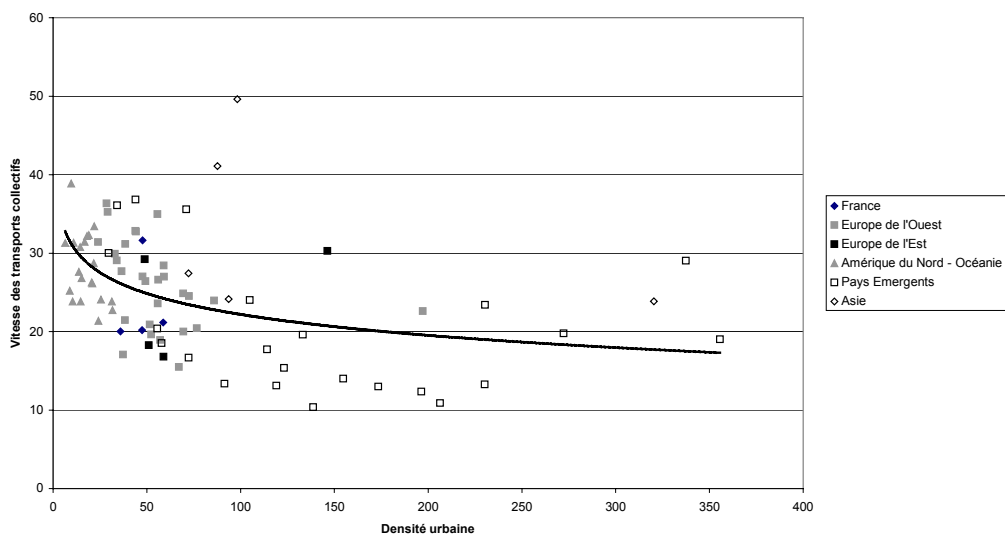


Par contre, les vitesses pour l'ensemble des transports collectifs des villes de pays développés sont comparables quelle que soit la densité urbaine (*graphique 19*). Seule la vitesse de circulation des bus est affectée par la densité urbaine.

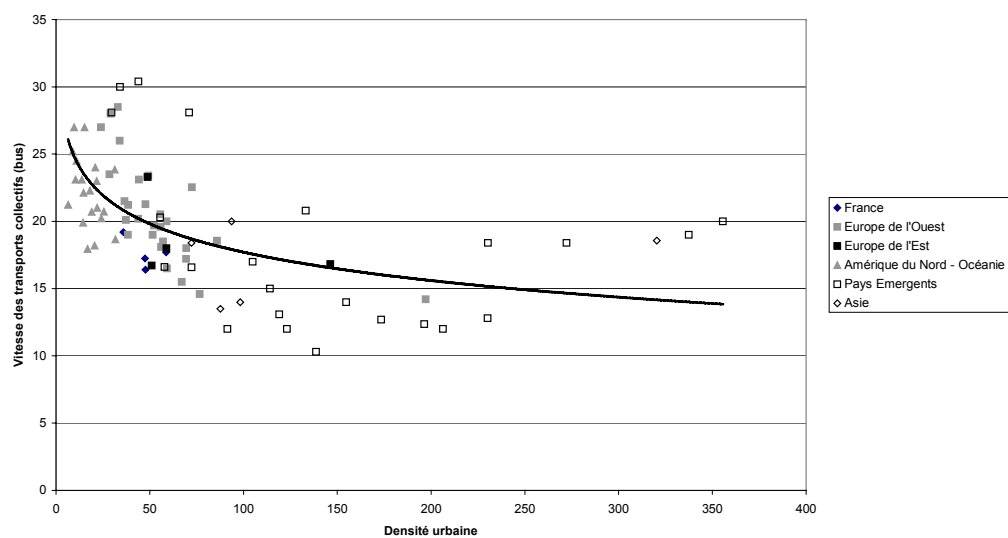
- Etude de la part de marché des transports collectifs -

Les modes de surface sont donc dépendants de la structure urbaine (répartition de la population et des emplois, contrainte du bâti, le système de transports) (*graphique 20*).

*Graphique 19 - La vitesse des transports collectifs (en %) et la densité urbaine (en pers. / ha.) (décomposition par continent)*



*Graphique 20 - La vitesse des bus (en km / h)  
et la densité urbaine (en pers. / ha.)  
(décomposition par continent)*

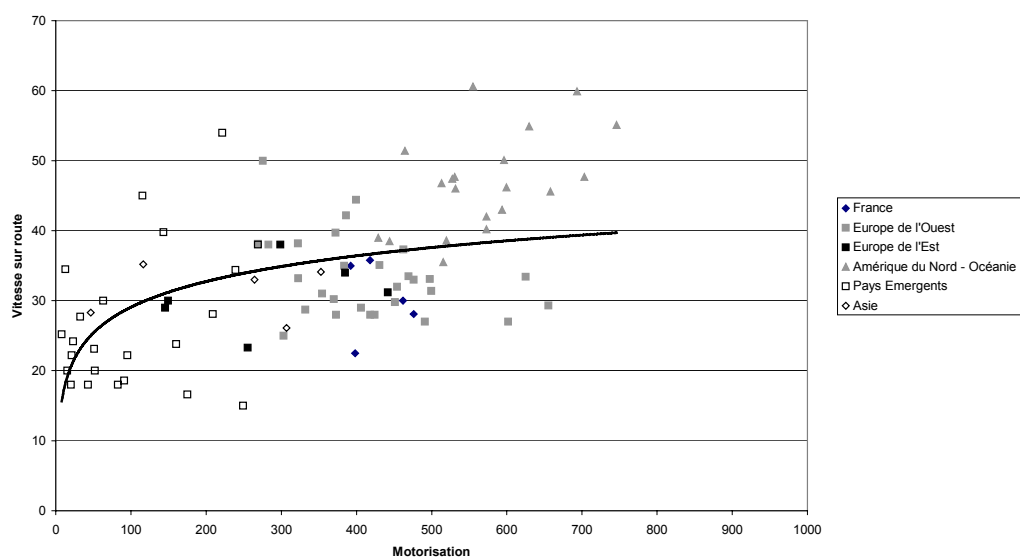


- Etude de la part de marché des transports collectifs -

### 2.5.2. *La relation entre la vitesse sur route et la motorisation*

Comme nous l'avons vu les modes de surface semblent affectés par la structure urbaine. Cependant, les vitesses de circulation sur route sont aussi dépendantes du niveau de motorisation de l'agglomération. Les villes les plus motorisées sont aussi celles dont les vitesses sont les plus grandes (*graphique 21*).

*Graphique 21 - La vitesse sur route (en km / h)  
et la motorisation (en véhicules pour 1000 pers.)  
(décomposition par continent)*



- Etude de la part de marché des transports collectifs -

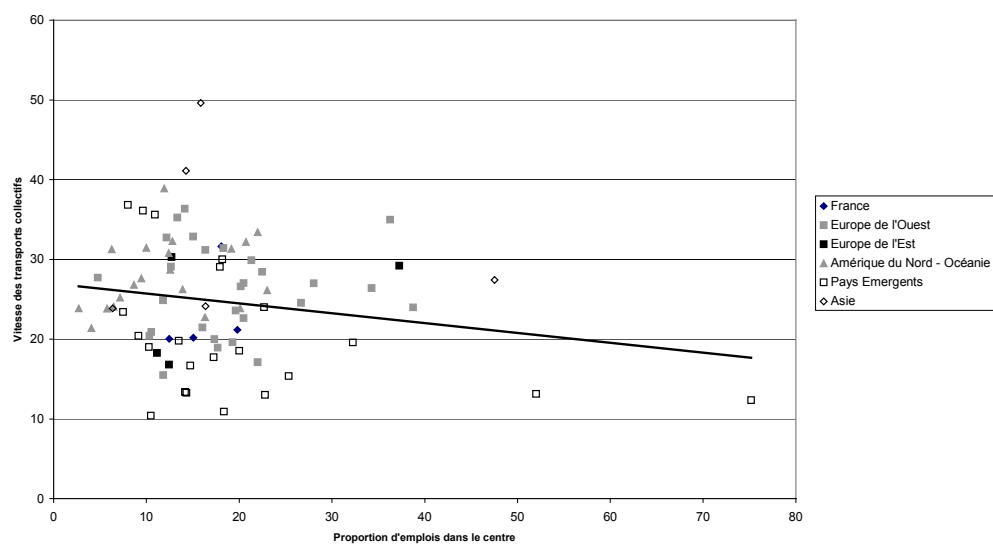
Les vitesses de déplacements, les densités et la motorisation sont trois variables fortement liées par le système d'offre de transports urbains. Le lien de causalité n'est, cependant, pas univoque, ni statique. A court terme, la densité urbaine et la structure de la ville peuvent être considérées comme des données de la mise en place du système d'offre de transports et donc des conditions de circulation. Sur le long terme, la structure urbaine n'est pas figée, en raison de l'interaction existant entre l'espace et les transports. Malheureusement, un tel lien de causalité de long terme n'est observable qu'à l'aide de séries chronologiques.

Toutefois il apparaît clairement que la vitesse est un critère prépondérant du choix modal. Cette dernière semble fortement liée aux conditions de déplacements permises par le système d'offre de transports et son adaptation à la structure urbaine. En conséquence, les transports collectifs de villes de faibles densités et de motorisation accrue sont concurrencés par les modes de transports privés qui permettent une circulation plus rapide.

#### *2.5.3. La relation entre la vitesse et la proportion d'emplois dans le centre*

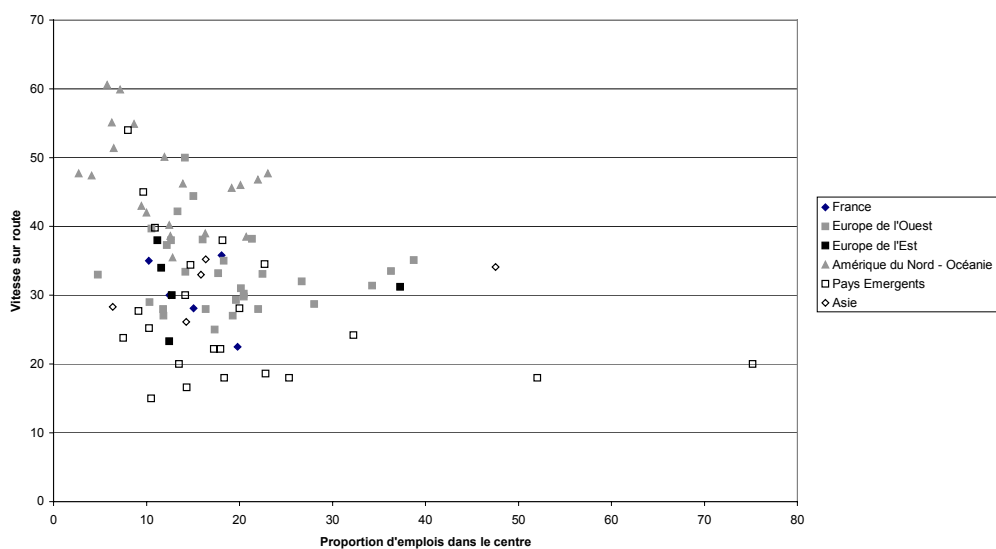
La concentration au centre ville des emplois ne semble pas affecter les conditions de circulation des transports collectifs, ni des modes de transports privés (*graphiques 22 et 23*). Toutefois, les groupes européen et américain ont des positions relatives distinctes. Les villes américaines regroupent peu d'emplois au centre, et affichent des vitesses sur route plus élevées que les villes européennes. Ces dernières concentrent plus d'emplois dans le centre. Une connaissance des vitesses de circulation dans la ville, plus détaillée, permettrait éventuellement de repérer les villes dont le réseau est saturé au centre. Et donc d'apporter un début d'explication aux faibles vitesses européennes.

*Graphique 22 - La vitesse des transports collectifs (en km / h) et  
la proportion d'emplois dans le CBD (en %)  
(décomposition par continent)*





*Graphique 23 - La vitesse sur route (en km / h)  
et la proportion d'emplois dans le CBD (en %)  
(décomposition par continent)*

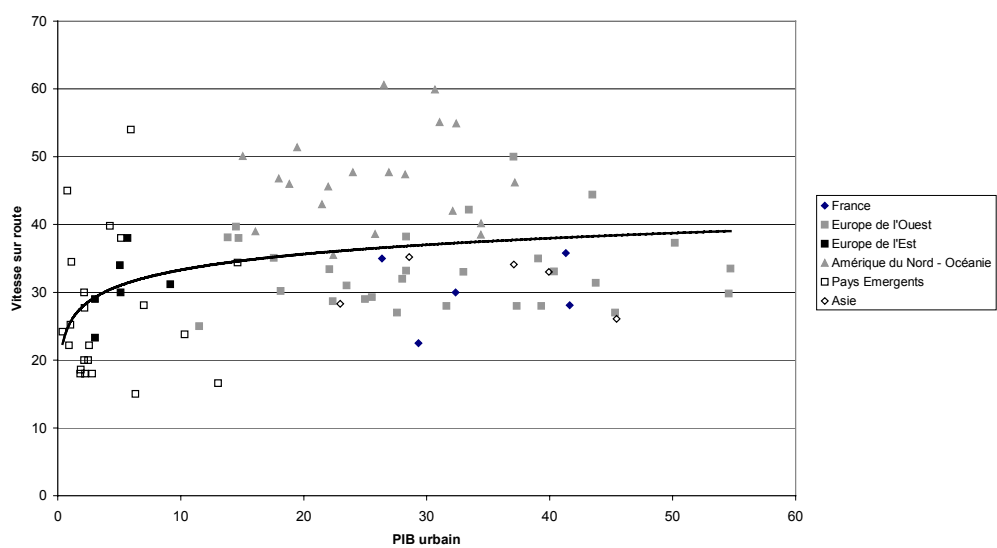


#### 2.5.4. *La relation entre la vitesse et le PIB urbain*

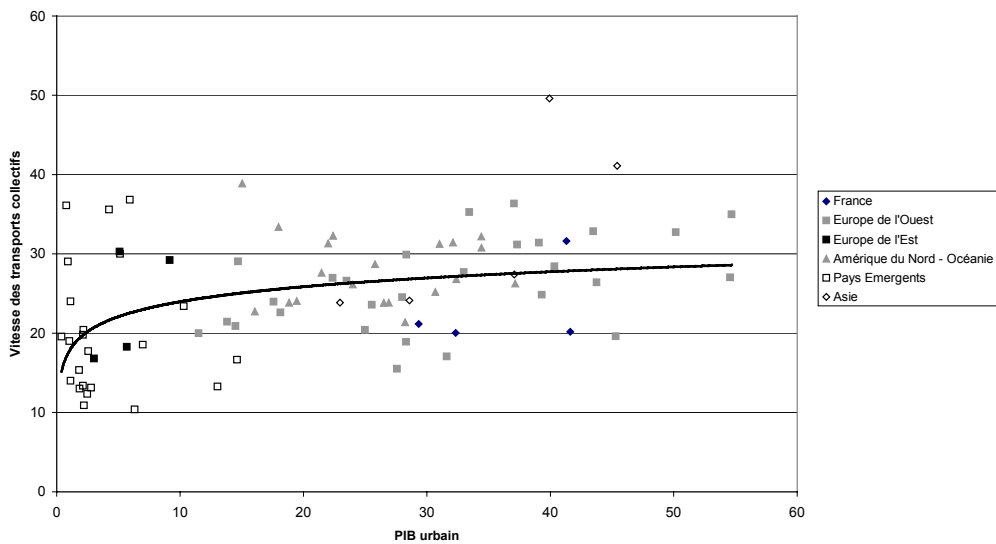
L'effet de la richesse de la ville sur les vitesses des modes de transports est aussi observé. Le pouvoir séparateur du PIB urbain apparaît moins fortement que celui de la densité urbaine. Cependant, il permet de faire nettement la distinction entre les pays émergents et les pays développés (*graphiques 24 et 25*). Mais, il est à noter que cette distinction peut être effectuée pour de nombreux indicateurs liés au développement économique urbain, tels que le taux de motorisation ou, comme nous le verrons le niveau d'investissement public.

- Etude de la part de marché des transports collectifs -

*Graphique 24 - La vitesse sur route (en km / h)  
et le PIB urbain (en millier de USD / pers.)  
(décomposition par continent)*



Graphique 25 - La vitesse des transports collectifs (en km / h) et le PIB urbain (en millier de USD / pers.)  
(décomposition par continent)



Ainsi, il semble que dans un premier temps, la richesse de la ville permette d'acquérir de la vitesse de déplacements. Mais, cet effet atteint rapidement ses

- Etude de la part de marché des transports collectifs -

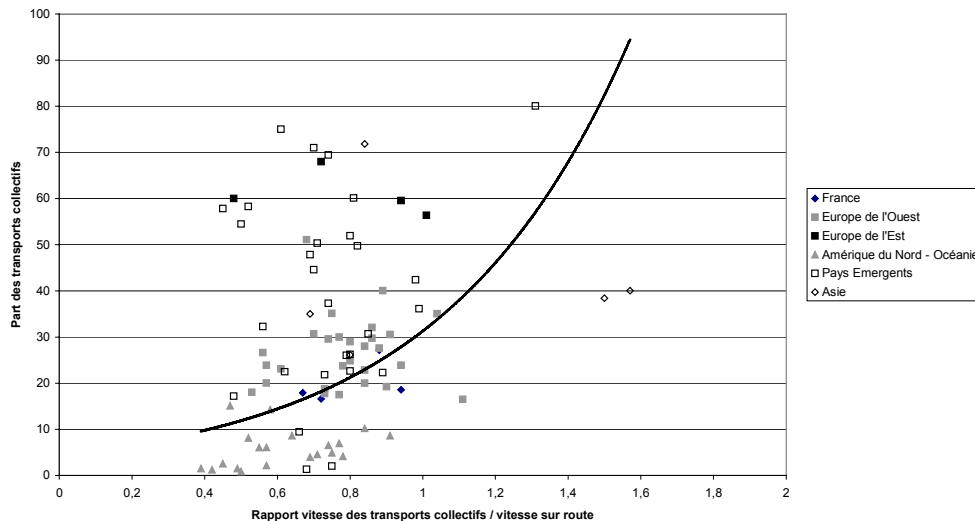
limites. Une fois que l'économie urbaine a atteint le niveau des villes de pays développés, l'effet de la richesse sur la vitesse est fortement réduit. Le développement économique permet donc de franchir un premier palier de vitesse. Dans un second temps, les villes de pays développés voient le développement de leur système d'offre de transports urbains contraint par la structure physique de la ville. Il en résulte une relation négative entre les vitesses et la densité urbaine. Enfin, suivant les conditions de circulation dictées par « l'équation » système de transport – structure urbaine, la motorisation peut apporter une vitesse accrue et concurrencer les transports collectifs.

## **2.6. La relation entre la part de marché des transports collectifs et le rapport entre la vitesse des transports collectifs et la vitesse sur route**

Le comparatif des vitesses des modes de transports est au cœur du comportement de mobilité individuel. Comme nous l'avons observé précédemment, le niveau de motorisation de la population affecte la part de marché des transports collectifs. De la même façon, les vitesses sur route accrues attirent les usagers vers les modes privés de déplacements.

Le choix semble ici se réaliser en tenant compte du rapport de vitesses entre modes privés et modes publics de déplacements. Une grande part de la compétitivité des transports collectifs réside dans les vitesses de transports (*graphique 26*).

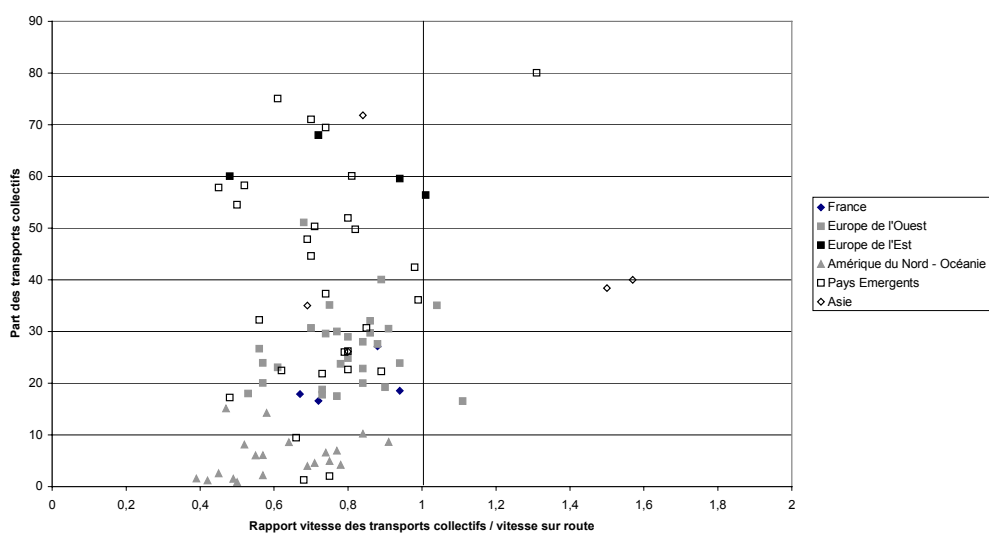
Graphique 26 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le rapport entre la vitesse des transports collectifs et la vitesse sur route



La décomposition continentale illustre une fois de plus la segmentation en trois groupes : américains, européens et pays émergents. Les villes d'Amérique du Nord et d'Océanie ont des vitesses de modes privés nettement plus importantes que celles des modes publics de transports. Ensuite, les transports collectifs européens semblent acquérir de la compétitivité par des vitesses de transports en commun accrues. Enfin, les villes des pays émergents possèdent des parts de marché de transports collectifs plus importantes, mais sans forcément avoir un rapport de vitesses favorable aux transports en commun (*graphique 27*).

- Etude de la part de marché des transports collectifs -

*Graphique 27 - La part de marché des transports collectifs (en %) par rapport au rapport des vitesses (décomposition par continent)*



La chute de la part de marché des transports collectifs semble donc freinée, en premier lieu par le développement économique urbain. L'automobile ne se

généralise que pour les populations aisées. En second lieu, les contraintes imposées par la structure urbaine réduisent l'essor des infrastructures dédiées à l'automobile, ainsi que l'étalement et la dispersion des activités. Ce qui se traduit par un gain de compétitivité des transports publics, notamment au travers des vitesses de circulation.

## **2.7. La relation entre la part de marché des transports collectifs et la distance moyenne parcourue**

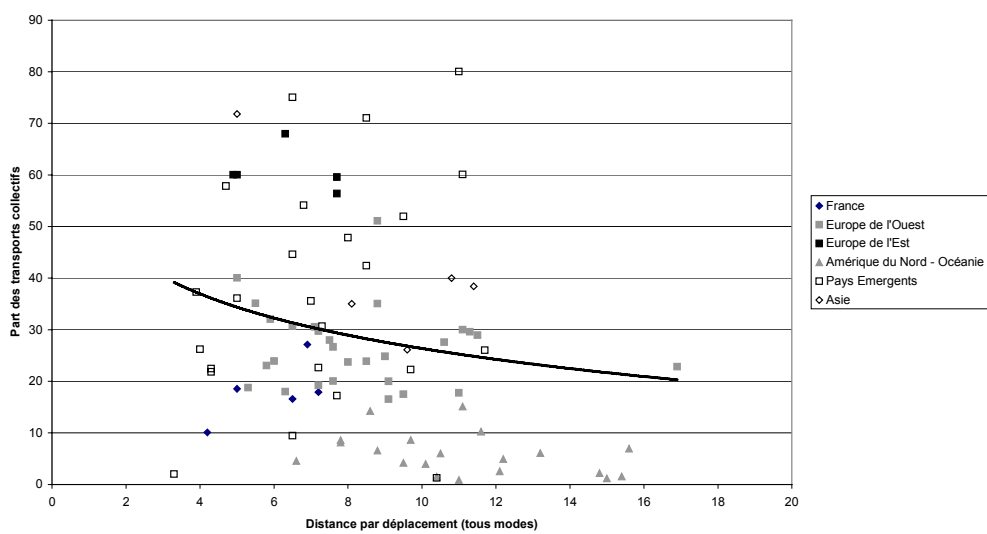
Pour l'ensemble des villes, aucune relation fonctionnelle n'apparaît entre la distance moyenne parcourue et la part de marché en transports collectifs (*graphique 28*).

La décomposition du nuage de points par continent, permet de retrouver certaines tendances précédemment mises en évidence. Les villes d'Amérique du Nord et d'Océanie présentent des distances parcourues moyennes élevées, du fait d'un étalement urbain important, et une part de marché en transports collectifs très faible. Pour les villes européennes, même si les situations sont relativement contrastées, il apparaît que les distances à parcourir sont moins importantes que pour les villes nord-américaines, excepté pour la ville de Stockholm (16,9 km ; 22,82 %). Cependant, aucune relation ne peut être spécifiquement mise en évidence entre la distance moyenne parcourue et la part des transports collectifs. Les villes d'Amérique du Sud présentent des distances parcourues globalement plus élevées que celles des villes européennes, avec cependant une part des transports en commun plus importante (*graphique 28*).



- Etude de la part de marché des transports collectifs -

*Graphique 28 -La part de marché des transports collectifs (en %)  
et la distance moyenne parcourue par déplacement (en km)  
(décomposition par continent)*



Les résultats fournis par la distinction des distances parcourues selon le mode de transport peuvent être compris comme les produits des systèmes de transports urbains décrits précédemment.

Tout d'abord, les distances moyennes par déplacement automobile sont équivalentes pour les groupes de villes américaines et européennes. Ces déplacements automobiles peuvent, pour les deux groupes atteindre des distances allant de 8 à 20 km. Et la distinction des deux groupes se fait toujours par les parts de marché des transports collectifs (*graphique 29*).

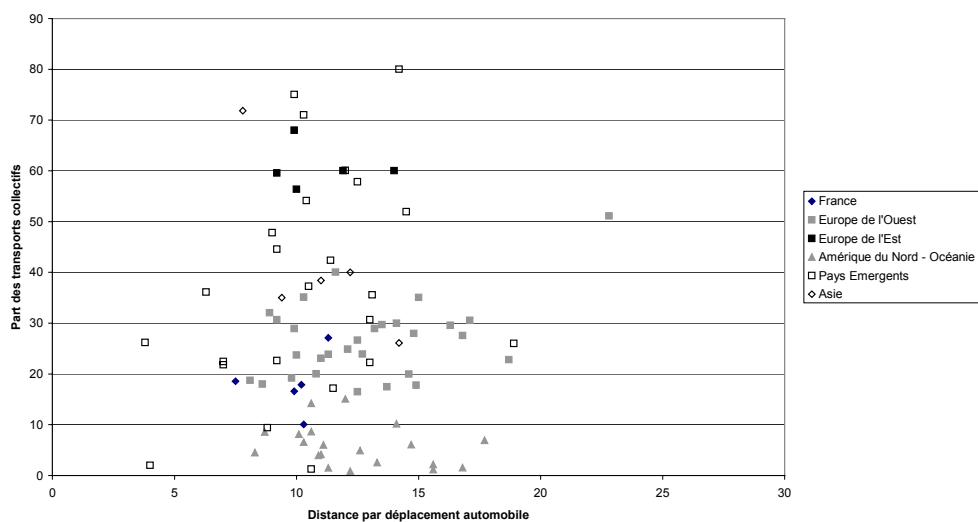
Par contre, les distances par déplacement en transports en commun ne sont pas identiques pour les deux groupes. En effet, les villes américaines présentent des distances moyennes par déplacement en transports collectifs allant de 10 à 15km par déplacement. Alors que dans les villes européennes, les transports collectifs permettent de faire des déplacements de 5 à 15km (*graphique 30*).

Les résultats des *graphiques 28, 29, et 30* peuvent certainement s'expliquer par le fait que les villes américaines imposent de parcourir des distances plus longues, du fait de l'étalement des villes et de la dispersion des activités (*graphique 28*). De plus, les déplacements automobiles sont, dans l'ensemble plus longs que les déplacements en transports collectifs. Ce qui pourrait expliquer la plus forte part de marché de l'automobile dans les villes américaines. Enfin, les transports collectifs américains servent à des déplacements plus longs qu'en Europe. D'une part, ces plus longues distances sont imposées par l'étalement des villes. Et d'autre part, dans les villes européennes, les transports en commun semblent être plus pertinents pour des déplacements de proximité.

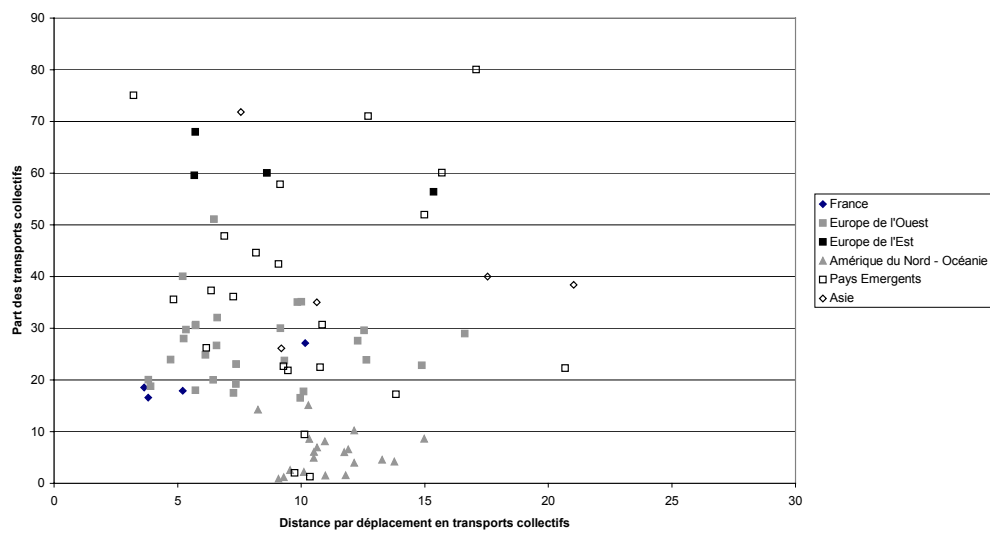
*En définitive, l'étalement des villes américaines nuit à la pertinence des transports en commun, en imposant des distances à parcourir plus longues qu'en Europe. Ceci explique la faible fréquentation des transports collectifs qui ne peuvent être concurrentiels sur l'ensemble de l'aire urbaine pour des trajets de longue distance. A l'opposé, en Europe, les déplacements de proximité, résultant de la plus forte densité des villes, sont réalisés en transports en commun. Et l'automobile est privilégiée pour les plus longues distances.*

- Etude de la part de marché des transports collectifs -

*Graphique 29 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la distance moyenne parcourue par déplacement automobile (en km) (décomposition par continent)*



*Graphique 30 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la distance moyenne parcourue par déplacement en transports collectifs (en km) (décomposition par continent)*



### 3. Deux instruments classiques des politiques de transports

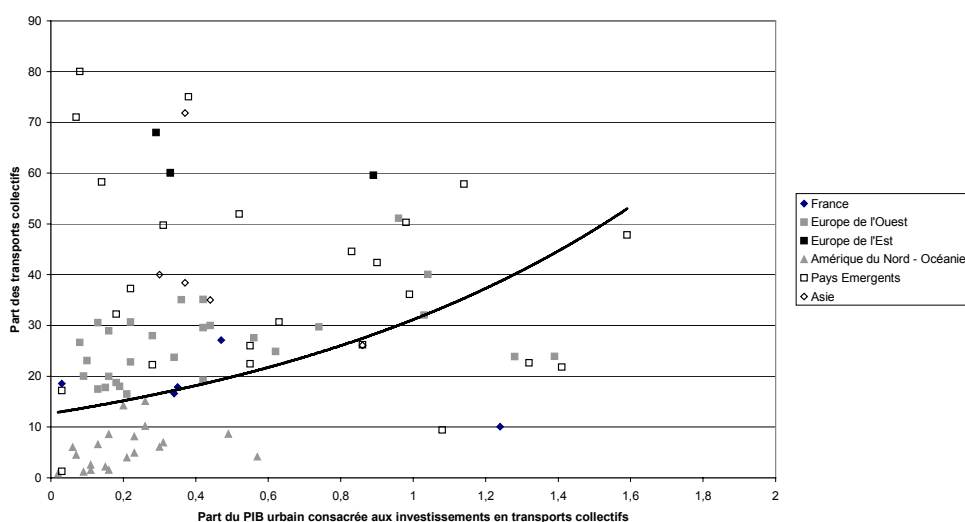
Les politiques de transports urbains possèdent divers instruments pour orienter le développement du système de transport. Parmi les outils économiques classiques, la part des investissements et le prix du carburant sont renseignés dans la base UITP. Ils peuvent donc nous indiquer leur performance au travers des situations relatives des différentes villes.

#### 3.1. La relation entre la part de marché des transports collectifs et la part du PIB métropolitain consacrée aux investissements en transports collectifs

L'un des instruments les plus directs des politiques de transports urbains est l'investissement pour les transports collectifs. La rentabilité et l'efficacité de ces investissements sont les critères principaux du choix de leur réalisation. La comparaison internationale permise par la base UITP, produit des résultats en rapport avec ces questionnements.

D'une manière générale, l'existence d'une relation positive entre la part de marché des transports collectifs et l'effort d'investissement en transports collectifs semble approuvée (*graphique 31*).

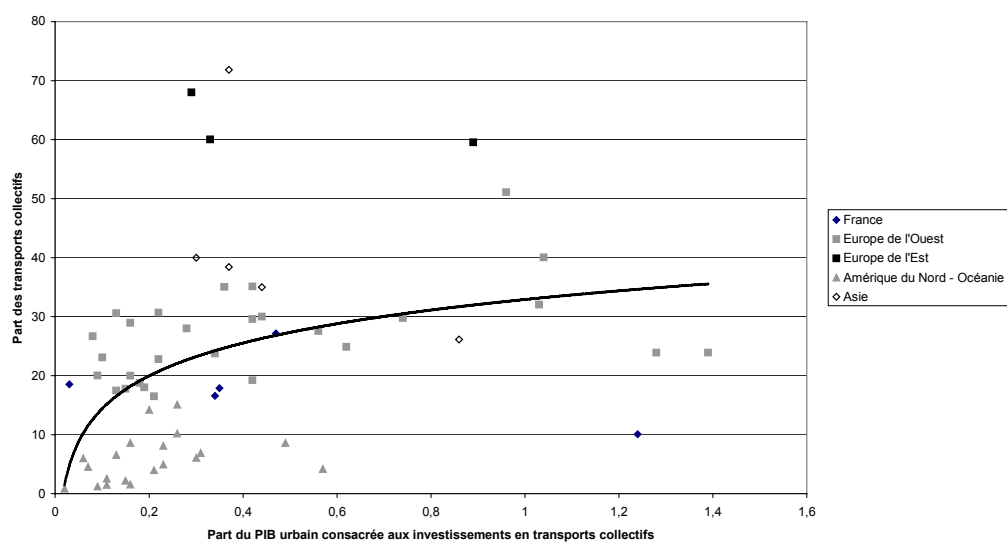
*Graphique 31 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la part du PIB urbain consacrée aux investissements en transports collectifs (en %)*



L'exclusion des pays émergents de l'analyse, réduit l'échantillon aux situations urbaines qui peuvent plus probablement être le résultat d'un choix politique que d'une contrainte économique. Ainsi, la relation croissante repérée avec les seules villes de pays développés paraît nettement plus marquée et rapide que la précédente (*graphique 32*).

- Etude de la part de marché des transports collectifs -

*Graphique 32 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la part du PIB urbain consacrée aux investissements en transports collectifs (en %) dans les pays développés*



La décomposition continentale illustre la diversité des situations des pays émergents. Mais aussi la complexité des comparaisons d'ordre économique de ces villes avec les autres.

La décomposition du nuage de points, fait surtout apparaître les positions relatives des groupes européens et américains. Ces dernières concordent avec le schéma décrit jusqu'à présent. Les villes américaines ont des parts de marché de leurs transports collectifs faibles associées avec des efforts d'investissements faibles. Et les villes européennes produisent un effort nettement plus important afin de maintenir un système de transports collectifs actif (*graphique 31*). Ces résultats sont obtenus à partir de la comparaison des parts du PIB consacrées aux transports collectifs. Mais, ils peuvent être considérés comme valables pour une comparaison en volume des investissements, puisque les PIB européens et américains sont comparables.

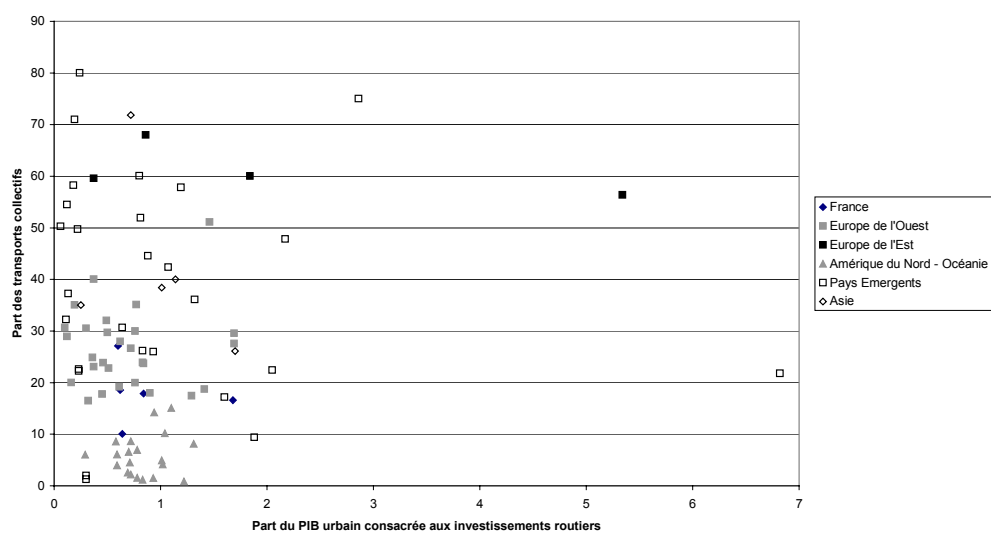
Enfin, les niveaux relatifs d'investissements routiers semblent indiquer que les villes américaines consacrent, en moyenne, plus de dépenses au développement du réseau routier que les villes européennes (*graphique 33*).

Le lien de causalité entre la part de marché et l'investissement réalisé ne peut être étudié qu'à partir de séries chronologiques. Il ne nous est pas possible ici de déterminer dans quelle mesure, la part de marché est un résultat de l'investissement ou comment l'investissement répond à une demande.



- Etude de la part de marché des transports collectifs -

*Graphique 33 - La part de marché des transports collectifs (en %) et la part du PIB urbain consacrée aux investissements routiers (en %)  
(décomposition par continent)*



### **3.2. La relation entre la part de marché des transports collectifs et le prix des transports**

Tout d'abord nous allons aborder le prix du carburant qui est une composante essentielle du coût des transports. Ensuite, la compétitivité relative des modes publics et privés sera étudiée au travers du rapport de leur prix.

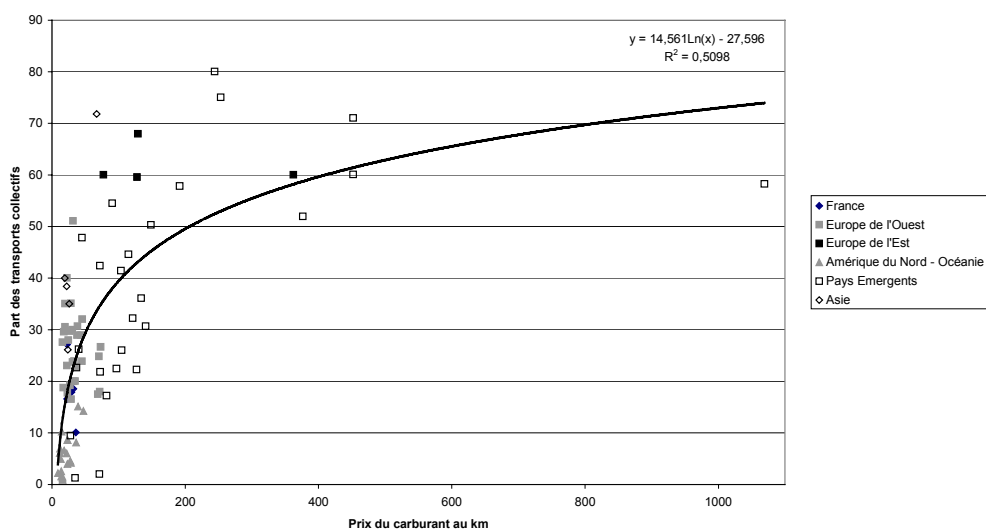
#### *3.2.1. La relation entre la part de marché des transports collectifs et le prix du carburant*

Une relation positive apparaît clairement entre la part de marché des transports en commun et le prix du carburant (*graphique 34*). Ce dernier est un élément du choix modal en tant que coût direct des modes privés motorisés. Le prix du carburant possède un effet direct négatif sur la demande de transports privés.

La décomposition continentale permet d'identifier les différents niveaux de prix du carburant. Ce dernier peut être ajouté aux facteurs permettant aux villes américaines de développer les transports par modes privés motorisés. Les villes européennes paient leur carburant plus cher, et l'effet de ce prix sur leur part de marché semble très fort. *La demande de transport semble en effet très sensible au prix du carburant.*

- Etude de la part de marché des transports collectifs -

*Graphique 34 - La part de marché des transports collectifs (en %)  
et le prix du carburant au km (en USD)  
(décomposition par continent)*



3.2.2. *La relation entre la part de marché des transports collectifs et le rapport des prix*

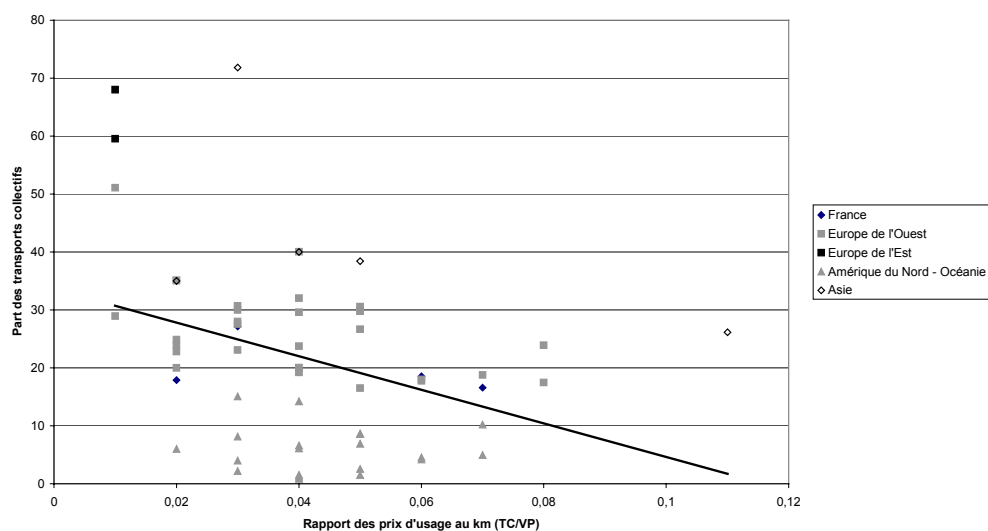
De façon similaire à l'étude des vitesses des modes de transport, il convient d'observer le rapport des prix des modes privés par rapport aux modes publics de déplacement. Ce quotient est déterminé à partir des coûts kilométriques d'usage de chacun des modes.

Le rapport du prix des transports en commun et des transports privés intervient dans le choix modal. La part de marché des transports collectifs est rapidement décroissante lorsque le coût du transport public croît relativement au coût du transport privé (*graphique 35*).

D'après la décomposition continentale, il semble que les rapports de prix américains et européens sont équivalents. Ainsi, le coût kilométrique de l'automobile n'est pas particulièrement plus avantageux pour les villes américaines. Du point de vue des prix kilométriques, les deux modes de transports sont équivalents dans chacun des deux groupes européen et américain. Contrairement au prix des carburants, le rapport des prix au kilomètre ne permet pas d'expliquer les situations relatives des deux groupes.

- Etude de la part de marché des transports collectifs -

*Graphique 35 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le rapport des prix des transports en commun et des transports privés.  
(décomposition par continent)*



Les actions politiques semblent, d'après nos résultats pouvoir se concentrer sur trois leviers économiques. Tout d'abord, l'effort d'investissement consacré aux

transports collectifs est pertinent pour favoriser leur essor<sup>1</sup>. A l'opposé, les investissements routiers peuvent être considérés comme contre productifs, dans la mesure où il est possible qu'ils affectent négativement les parts de marché des transports collectifs. En second lieu, la demande de transport et notamment le choix modal, est sensible aux prix des modes de transports. Le rapport des prix des modes de transports affecte la part de marché des transports en commun. Et dans la mesure où le prix du carburant est directement subi par les automobilistes, l'effet positif sur la demande de transports publics semble puissant.

Un quatrième levier, non monétaire, peut être considéré par les politiques de transports urbains : la vitesse des déplacements. La section précédente du rapport illustre la relation croissante existant entre la part de marché des transports collectifs et leurs vitesses. De la même façon que le rapport des prix, le rapport des vitesses intervient dans le choix modal.

Enfin, la limitation du stationnement au centre peut être pertinente pour améliorer la fréquentation des transports collectifs. En effet, la réduction des facultés du centre ville à accueillir des automobiles dissuadera une part du trafic automobile. Un report modal pour ces déplacements peut alors être envisageable, si le système de transports collectifs est performant.

D'autres actions peuvent être considérées, telles que la taxation de l'équipement automobile. Cependant, ce type de considérations a été exclu de l'analyse, en raison de la faible information les concernant, délivrée par la base UITP. Les villes de Hong Kong, Singapour et Copenhague appliquent une taxe à la motorisation et ont de bonnes parts de marché de transports collectifs. Mais à elles trois, elles ne suffisent pas à dresser une tendance générale.

---

<sup>1</sup> Jean Vivier (2001) a montré que les investissements en transports en commun en site propre sont les plus productifs, car ils améliorent la vitesse et la régularité du transport public.

#### **4. Quelques représentations complémentaires sur l'efficacité économique des systèmes de transports urbains**

##### **4.1. Le coût au passager/km et la part des dépenses de fonctionnement des transports collectifs dans le PIB**

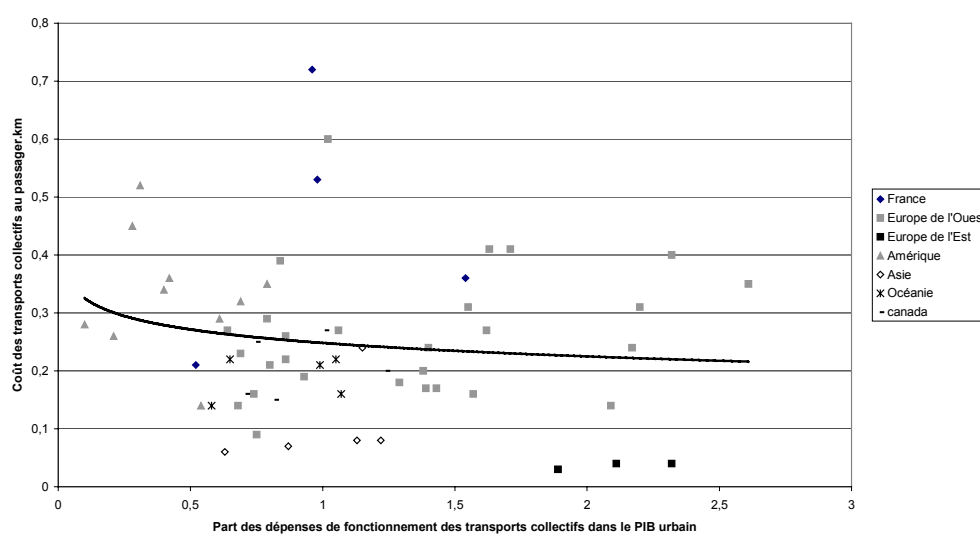
Le coût des transports collectifs semble peu sensible aux efforts réalisés par la ville. Les dépenses de fonctionnement ne sont pas synonymes d'allègement de la charge des utilisateurs.

La décomposition continentale semble donc indiquer que les efforts de certaines villes ne sont pas aussi productifs que ceux d'autres villes. Ainsi, les villes européennes dépensent quasi systématiquement plus que les villes américaines sans que cela n'ait de répercussion forte sur le coût au passager.km.

La distinction entre villes américaines, canadiennes et océaniques illustre les positions relatives de ces villes dans le groupe « américain ». En effet, les villes canadiennes et océaniques se situent à la frontière du groupe américain, proche du groupe européen. La tendance du profil « américain » est pour ces villes canadiennes et océaniques, généralement moins prononcée. Leur effort paraît donc plus important que celui des villes d'Amérique. La relation entre le coût au passager et la part des dépenses de fonctionnement des transports collectifs dans le PIB indique que les deux profils que nous avons définis, américain et européen, se joignent. Ce sont les villes canadiennes et océaniques qui ont adoptées un comportement de financement proche de celui des villes européennes. Nous verrons que les résultats en terme de part de marché des transports collectifs concordent avec ce constat. Les villes canadiennes ont en effet les transports collectifs les plus performants du groupe « américain » (*graphique 38*).

Les villes françaises ont des positions à part. Paris et Marseille font partie des villes européennes dont le coût au passager-km est le plus élevé. Lyon est la ville la plus coûteuse de cet échantillon. Toutes trois ont des dépenses équivalentes à leurs voisines européennes. A l'opposé, Nantes est la ville réalisant le moins de dépenses du groupe européen. Mais paradoxalement, elle y associe un coût au passager.km réduit (*graphique 36*).

*Graphique 36 - Le coût du transport collectif au passager.km (en USD / km)  
et la part des dépenses de fonctionnement des transports collectifs dans le PIB (en %)  
(décomposition par continent)*





#### **4.2. Le coût au passager / km et le rapport des vitesses**

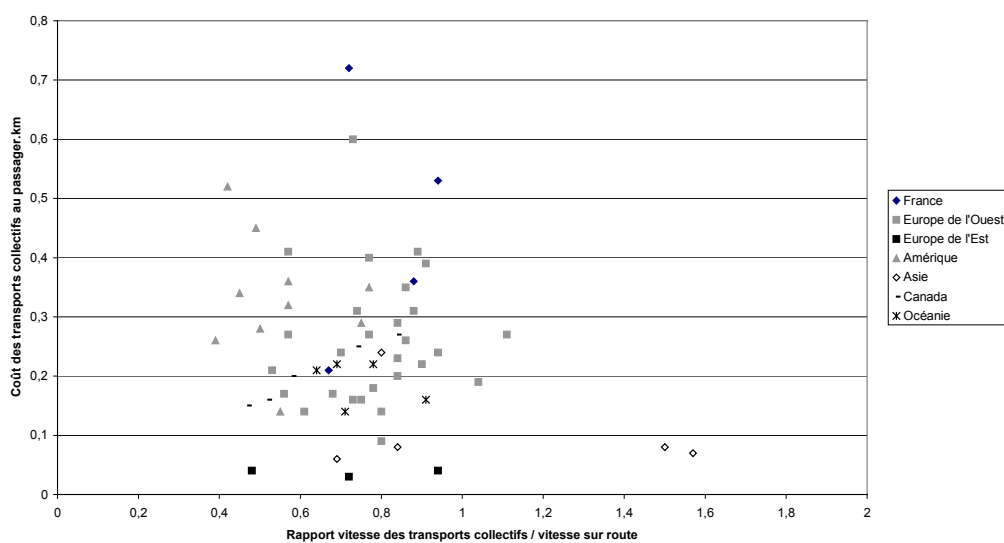
L'observation conjointe du coût au passager.km des transports collectifs et du rapport des vitesses révèle l'indépendance de ces deux variables. En effet, le niveau de compétitivité, en termes de vitesse des transports collectifs ne se répercute pas sur le coût.

De ce fait, les deux groupes européens et américains, qui se distinguent par le rapport des vitesses, font subir aux usagers des transports en commun, des coûts relativement proches.

Seules les villes d'Europe de l'Est et les grandes villes asiatiques se distinguent. Les villes d'Europe de l'Est ont un coût au passager.km et un rapport de vitesses réduits. Une fois de plus, pour ces villes, la question de la capacité de choix politique se pose. Les grandes villes asiatiques, parviennent à un rapport de vitesses favorables aux transports collectifs, malgré des coûts au passager.km très réduits. *Par ces indicateurs, les grandes villes asiatiques semblent posséder l'organisation urbaine la plus efficace.*

Les villes françaises, qui ont des coûts plus élevés (sauf Nantes), affichent des rapports de vitesses similaires aux autres villes de leur groupe (*graphique 37*).

Graphique 37 - Le coût du transport collectif au passager.km (en USD / km) et le rapport des vitesses des transports en commun et des transports privés.  
(décomposition par continent)

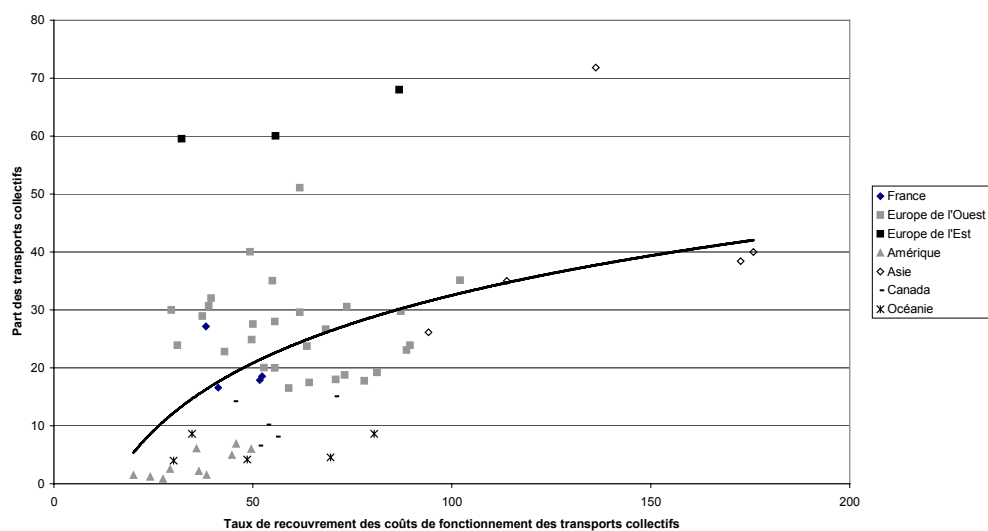


#### **4.3. La part des transports collectifs et le taux de recouvrement des coûts de fonctionnement des transports collectifs**

De façon générale, le taux de recouvrement semble logiquement croissant avec la part de marché des transports en commun. *Le taux de recouvrement des coûts de fonctionnement atteint 50 % dès lors que la part de marché des transports collectifs dépasse les 20 %.* Ceci correspond à un bon nombre de villes européennes. Par contre, les villes du groupe américain n'atteignent que rarement les 50 % de recouvrement et ont des parts de marché des transports en commun toujours inférieures à 20 %. La distinction Amérique, Canada, et Océanie fait apparaître les comportements marginaux des villes canadiennes, dont les parts de marché des transports collectifs sont les plus grandes de ce groupe.

Les villes françaises ont des taux de recouvrement compris entre 38 et 52 % et des parts de marché proches de 20 % (à l'exception de Paris : 27 %). Leurs taux de recouvrement ainsi que leurs parts de marché font partie des niveaux européens les plus faibles (*graphique 38*).

*Graphique 38 - La part de marché des transports collectifs (en %) et le taux de recouvrement des coûts de fonctionnement des transports collectifs (en %).  
(décomposition par continent)*



## **5. Approche économétrique**

Afin d'illustrer et de quantifier certains des résultats précédents, une analyse économétrique est initiée. L'objectif est ici de tester la validité statistique des relations révélées précédemment. Par cette méthode, les résultats obtenus par des études séparées des différentes variables, seront revisités par une analyse simultanée des variables.

### **5.1. Utilisation des leviers potentiels des politiques de transports urbains**

Les instruments des politiques de transports urbains identifiés ci-dessus sont traités. Pour cela, les variables susceptibles d'affecter la part de marché des transports en commun sont utilisées. Comme il l'est proposé dans la partie 3, les investissements, les prix, les vitesses et le stationnement sont introduits dans la forme fonctionnelle représentant la part de marché des transports en commun. Pour appliquer cette méthode, seules les villes de pays développés sont utilisées.

Tout d'abord une simple relation linéaire est testée entre la part de marché et les indicateurs de ces variables. Nous supposons donc que la part de marché des transports en commun est explicable par les variables suivantes :

- la part du PIB consacrée aux investissements en transports collectifs,
- le prix du carburant,
- le rapport des prix des transports collectifs et des modes privés motorisés,
- le rapport des vitesses des transports collectifs et de modes privés motorisés,
- le nombre de places de parking pour 1000 emplois dans le centre.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 3. La qualité de l'ajustement est détaillée par le tableau d'analyse de la variance (*tableau 3.1*). Il apparaît qu'avec un taux de significativité de 95 %, le modèle, dans son ensemble, est correctement spécifié, les variables employées sont adaptées.

Les variations de la part de marché dans les pays développées sont expliquées à 69 % par l'ensemble de variables employées dans ce modèle. Un ajustement

linéaire de ces cinq variables apporte donc une assez bonne estimation de la part de marché des transports collectifs.

La mesure de l'impact de chacune des variables du modèle est donnée par le tableau des paramètres estimés (*tableau 3.2*). L'ensemble des estimateurs des variables est significatif à un taux de confiance de 95 %. Seule la constante n'est pas significative à ce taux de confiance. Mais ce coefficient n'a pas de sens économique, dans la mesure où il représente la part de marché des transports en commun pour une ville dont les cinq variables seraient nulles.

Les coefficients sont tous d'un signe concordant avec nos hypothèses de départ. Les investissements en transports collectifs, le prix du carburant, et le rapport des vitesses ont un effet positif sur la part de marché. Le rapport des prix possède quant à lui un effet négatif. Il est toutefois difficile de comparer l'ordre de grandeur des coefficients obtenus pour déterminer le pouvoir relatif d'un de ces leviers sur la part de marché par rapport aux autres variables. En effet, les valeurs prises par ces variables ne sont pas comparables. Lorsque le rapport de prix est compris entre 0,01 et 0,07, le nombre de places de stationnement pour 1000 emplois dans le centre est compris entre 2,5 et 1883. De ce fait, les coefficients produits sont disproportionnés.

*Tableau 3 - Résultats des régressions linéaires par méthode des moindres carrés ordinaires – Modèle linéaire*

*Tableau 3.1 : Analyse de la variance*

Analyse de Variance					
Source	DL	Somme des carrés	Carré Moyen	Valeur de F	Pr > F
Modèle	5	10062	2012.46401	23.59	<.0001
Erreur	53	4520.95592	85.30106		
Total Corrigé	58	14583			

R-carré	0.6900
R <sup>2</sup> ajusté	0.6607

*Tableau 3.2 : Paramètres estimés*

- Etude de la part de marché des transports collectifs -

Paramètres estimés							
Variable	DL	Paramètre estimé	Ecart type	Valeur de t	Pr >  t	95 % Intervalle de confiance	
Constante	1	4.80415	7.62177	0.63	0.5312	-10.48318	20.09147
%PIB investi en TC	1	9.40672	4.25229	2.21	0.0313	0.87771	17.93574
Prix du carburant	1	0.28308	0.05605	5.05	<.0001	0.17066	0.39549
Ratio des prix des modes (public / privé)	1	-226.12194	63.04713	-3.59	0.0007	-352.57848	-99.66541
Ratio des vitesses des modes (public / privé)	1	23.42883	6.67713	3.51	0.0009	10.03621	36.82145
Parking / 1000 emplois au centre	1	-0.01255	0.00597	-2.10	0.0402	-0.02452	-0.00058176

Les instruments des politiques urbaines identifiés précédemment sont tous validés économétriquement. Ces cinq outils sont donc liés à la part de marché des transports collectifs. Les régressions effectuées confirment l'ensemble des hypothèses : un effet positif sur la part de marché obtenu par les investissements, le prix du carburant, et le ratio des vitesses des modes de transport ; un effet négatif induit par le ratio des prix des modes et les possibilités de stationnement en fonction du nombre d'emplois au centre.

Cependant l'outil économétrique s'appuie sur un certain nombres d'hypothèses concernant le contenu et la forme mathématique du modèle. L'hypothèse la plus forte est certainement celle qui lie la part de marché aux autres variables. Le lien de causalité univoque est ici une hypothèse de travail. En effet, il est supposé ici qu'il n'y a pas de rétroaction entre la part de marché et les variables.

## 5.2. Régression de l'ensemble des relations identifiées.

Parmi l'ensemble des variables mises en relation avec la part de marché des transports en commun, certaines sont apparues comme fortement corrélées avec cette dernière. L'objectif est ici d'identifier les variables les plus explicatives des parts de marché. Pour cela un modèle linéaire est construit en utilisant l'ensemble de variables suivant :

- la population urbaine
- la surface urbaine
- la densité urbaine
- la densité d'emplois
- le coût de la voiture particulière
- le coût des transports collectifs
- la part du PIB consacrée aux investissements en transports collectifs

- Etude de la part de marché des transports collectifs -

- la proportion d'emplois dans le centre
- le PIB urbain
- la densité de routes par hectare
- le nombre de places de parking pour 1000 emplois dans le centre.
- la densité de stationnement par hectare
- la vitesse sur route
- la vitesse des transports collectifs
- la part du PIB consacrée aux investissements routiers
- le prix du carburant
- le rapport des prix des transports collectifs et des modes privés motorisés
- le rapport des vitesses des transports collectifs et des modes privés motorisés

Afin, de ne conserver que les variables les plus influentes et d'exclure celles qui répètent une même information, la méthode économétrique *Stepwise* est utilisée. Cette méthode inclut ou exclut les variables selon leur niveau de significativité dans la régression.

L'inclusion dans le modèle de l'ensemble des variables qui paraissaient liées à la part de marché, fournit de bons résultats. Ces variables incluses sont issues de l'analyse précédente, qui démontraient leur lien avec la part de marché des transports collectifs. Elles devaient donc permettre une bonne estimation de la part de marché. Ceci est confirmé par les indicateurs économétriques ( $F$ ,  $R^2$  et  $R^2$  ajusté). Au terme de la procédure utilisée, les variables les plus explicatives de la part de marché sont :

- la densité d'emplois
- le PIB urbain
- le coût d'usage de la voiture particulière
- le coût d'usage des transports en commun
- le prix du carburant
- la part de PIB investi en transports collectifs
- le ratio des vitesses des modes.



- Etude de la part de marché des transports collectifs -

La densité d'emplois et le PIB urbain désignent les conditions générales de l'agglomération qui favorisent le développement des transports collectifs. Le coût d'usage de l'automobile et le prix du carburant, en rendant la voiture moins attractive, améliorent la fréquentation des transports collectifs. L'effort d'investissement en transports collectifs et le rapport des vitesses rendent les transports en commun plus performants. Toutes ces variables sont caractérisées par un coefficient positif. Enfin, le coût d'usage des transports collectifs réduit leur fréquentation. Cette variable est donc associée à un coefficient négatif.

*Tableau 4 - Résultats de la régression linéaire par méthode des moindres carrés ordinaires – Méthode Stepwise*

*Tableau 4.1 : Analyse de la variance*

Analyse de Variance					
Source	DL	Somme des carrés	Carré Moyen	Valeur de F	Pr > F
Modèle	7	11080	1582.92439	83.39	<.0001
Erreur	50	949.13912	18.98278		
Total Corrigé	57	12030			

R-carré	0.9211
R <sup>2</sup> ajusté	0.9101

*Tableau 4.2 : Paramètres estimés*

Paramètres estimés							
Variable	DL	Paramètre estimé	Ecart type	Valeur de t	Pr >  t	95 % Intervalle de confiance	
constante	1	-22.29238	3.54326	-6.29	<.0001	-29.40923	-15.17553
Densité d'emplois	1	0.38579	0.05206	7.41	<.0001	0.28122	0.49037
PIB	1	0.00031634	0.00009396	3.37	0.0015	0.00012761	0.00050508
Coût d'usage de l'automobile	1	0.05352	0.00702	7.63	<.0001	0.03943	0.06762
Coût d'usage des transports collectifs	1	-0.09094	0.03912	-2.32	0.0242	-0.16951	-0.01237
Prix du carburant	1	0.21616	0.04437	4.87	<.0001	0.12704	0.30528
%PIB investi en TC	1	6.13591	2.06786	2.97	0.0046	1.98249	10.28934
Ratio des vitesses des modes (public / privé)	1	14.75264	3.75808	3.93	0.0003	7.20432	22.30097

L'outil économétrique nous permet donc de tester l'importance de chacune des variables révélées influentes par l'analyse précédente. Tout d'abord, les instruments des politiques des transports urbains proposés sont testés.

L'estimation confirme leur influence sur la part de marché. Ensuite, la méthode utilisée sélectionne les caractéristiques de l'agglomération et du système urbain qui sont les plus fortement reliées à la part de marché des transports en commun. Les résultats produits sont encourageants dans la mesure où les coefficients sont du signe attendu.



## CONCLUSION

La base UITP apporte une nouvelle information et permet des analyses de dimension internationale. Par la diversité des agglomérations répertoriées dans la base, les systèmes de transports urbains peuvent être observés et comparés. La place des transports en commun dans les agglomérations révèle tout d'abord une tendance très nette des pays développés à organiser leurs systèmes de transports autour de l'automobile. La motorisation est la plus prononcée dans les villes américaines, canadiennes et océaniques. Ces agglomérations présentent en conséquence une mobilité caractéristique. Les vitesses de déplacements sont globalement plus rapides, et les distances parcourues plus longues. La ville est généralement plus étalée, moins dense, les emplois sont plus dispersés. Le système de transports urbains est orienté vers l'automobile. Peu d'investissements sont consacrés aux transports collectifs par rapport aux infrastructures routières. Les politiques de stationnement, les coûts d'usage de l'automobile, le prix du carburant créent un ensemble de conditions favorables à l'usage des modes privés. A l'opposé, les villes européennes et asiatiques se sont organisées en conservant des transports publics actifs. Cette situation est le résultat de conditions propres à la structure urbaine et de conditions propres à l'organisation du système de transports urbains. Le maintien des transports collectifs est donc, pour une part, le résultat d'un choix politique.

L'analyse des parts de marché des transports collectifs identifie, d'une part les conditions favorables au maintien des transports en commun. Ce sont les conditions géographiques ou de la structure urbaine. Elles rendent l'existence d'un système de transports collectifs plus ou moins pertinente. D'autre part, un ensemble d'instruments est identifié. Ils permettent d'orienter les choix modaux des individus. Les prix relatifs des modes, les prix du carburant, et les vitesses relatives, interviennent directement dans ce choix. Mais aussi les décisions relatives au développement du système de transports, telles que la politique de stationnement et la politique d'investissements, orientent les choix modaux.

La situation des agglomérations françaises n'est pas exemplaire par rapport à celle de leurs voisines européennes. Les agglomérations de l'hexagone sont celles qui sont le plus proches de l'organisation extensive « à l'américaine » des transports urbains. Les parts de marché de l'automobile, et les taux de

- Conclusion -

motorisation français sont bien souvent les plus élevés d'Europe, alors que les villes françaises ne sont pas caractérisées par des conditions géographiques particulières. Les caractéristiques des systèmes de transports urbains ne sont pas non plus bien différents des autres villes européennes. Ce sont très certainement certains des choix de politiques de transports qui ont favorisé l'usage de l'automobile en France. En effet, les agglomérations françaises semblent avoir plus particulièrement investi en faveur des modes privés de déplacements. De même, les possibilités de stationnement sont, dans les villes françaises, plus grandes que dans la plupart des villes d'Europe.

---

## **ANNEXES**

---



## **Annexe 1 - Liste des villes**

<b>Villes</b>	<b>Villes</b>	<b>Villes</b>
<i><b>Europe de l'Ouest</b></i>	<i><b>Afrique</b></i>	<i><b>Europe de l'Est</b></i>
Graz	Le Caire	Prague
Vienne	Abidjan	Budapest
Bruxelles	Casablanca	Cracovie
Copenhague	Dakar	Varsovie
Helsinki	Tunis	Moscou
Lille	Le Cap	Istanbul
Lyon	Johannesbourg	<i><b>Moyen Orient</b></i>
Marseille	Harare	Tel Aviv
Nantes	<i><b>Amérique du Nord</b></i>	Teheran
Paris	Calgary	Riyadh
Berlin	Montreal	<i><b>Asie</b></i>
Francfort	Ottawa	Manille
Hambourg	Toronto	Bangkok
Düsseldorf	Vancouver	Beijing
Munich	Atlanta	Hong Kong
Ruhr	Chicago	Guangzhou
Stuttgart	Denver	Shanghai
Athènes	Houston	Mumbai (Bombay)
Bologne	Los Angeles	Chennai (Madras)
Milan	New York	New Delhi
Rome	Phoenix	Osaka
Turin	San Diego	Sapporo
Amsterdam	S Francisco	Tokyo
Oslo	Washington	Kuala Lumpur
Lisbonne	<i><b>Amérique latine</b></i>	Jakarta
Barcelone	Buenos Aires	Taipei
Madrid	Brasilia	Seoul
Stockholm	Curitiba	Singapour
Berne	Rio de Janeiro	Ho Chi Minh Ville
Genève	Salvador	<i><b>Océanie</b></i>
Zurich	Sao Paulo	Brisbane
Glasgow	Santiago	Melbourne
Londres	Bogota	Perth
Manchester	Mexico	Sydney
Newcastle	Caracas	Wellington





## **Annexe 2 - Composition de la base UITP**

Population	
Surface area (ha)	
Characteristics of the metropolitan area	
Urban density	persons/ha
Job density	jobs/ha
Proportion of jobs in CBD	%
Metropolitan gross domestic product per capita	USD
Supply indicators	
Private Transport Infrastructure Indicators	
Length of road per 1000 people	m/1000 persons
Length of freeway per 1000 people	m/1000 persons
Length of road per urban hectare	m/ha
Length of freeway per urban hectare	m/ha
Parking spaces per 1000 CBD jobs	spaces/1000 jobs
Public Transport Infrastructure Indicators	
Total length of public transport lines per 1000 people	m/1000 persons
Total length of reserved public transport routes per 1000 people	m/1000 persons
* Bus reserved route length per 1000 people	m/1000 persons
* Minibus reserved route length per 1000 people	m/1000 persons
* Segregated tram network length per 1000 people	m/1000 persons
* Light rail network length per 1000 people	m/1000 persons
* Metro network length per 1000 people	m/1000 persons
* Suburban rail network length per 1000 people	m/1000 persons
* Heavy rail network length per 1000 people	m/1000 persons
Total length of reserved public transport routes per urban hectare	m/ha
* Bus reserved route length per urban hectare	m/ha
* Minibus reserved route length per urban hectare	m/ha
* Segregated tram network length per urban hectare	m/ha
* Light rail network length per urban hectare	m/ha
* Metro network length per urban hectare	m/ha
* Suburban rail network length per urban hectare	m/ha
* Heavy rail network length per urban hectare	m/ha
Intermodal Transport Infrastructure Indicators	
Number of park and ride facilities per kilometre of reserved public transport route	facilities/km

- Annexe 2 -

Number of park and ride spaces per kilometre of reserved public transport route	spaces/km
Number of park and ride facilities per 10,000 urban hectare	facilities/10000 ha
Car equivalents per number of park and ride spaces	units/space
Private transport supply [cars and motorcycles]	
Passenger cars per 1000 people	units/1000 people
Motor cycles per 1000 people	units/1000 people
Total private passenger vehicles per 1000 people	units/1000 people
Passenger car kilometres per car	km/unit
Motor cycle kilometres per motor cycle	km/unit
Total private passenger vehicle kilometres per vehicle	km/unit
Private collective transport supply [taxis and shared taxis]	
Taxis per million people	units/10 <sup>6</sup> persons
Shared taxis per million people	units/10 <sup>6</sup> persons
Taxi vehicle kilometres per capita	v.km/person
Shared taxi vehicle kilometres per capita	v.km/person
Traffic Intensity Indicators	
Passenger cars per kilometre of road	units/km
Motor cycles per kilometre of road	units/km
Total private passenger vehicles per kilometre of road	unit equivalents/km
Total single and collective private passenger vehicles per kilometre of road	unit equivalents/km
Passenger car kilometres per kilometre of road	v.km/km
Motor cycle kilometres per kilometre of road	v.km/km
Total private passenger vehicle kilometres per kilometre of road	v.km/km
Total private and collective passenger vehicle kilometres per kilometre of road	v.km/km
Passenger car kilometres per urban hectare	v.km/ha
Motor cycle kilometres per urban hectare	v.km/ha
Total private passenger vehicle kilometres per urban hectare	v.km/ha
Total private and collective passenger vehicle kilometres per urban hectare	v.km/ha
Average road network speed	km/h
Public Transport Supply and Service	
Total public transport vehicles per million people	units/10 <sup>6</sup> persons
* Buses per million people	units/10 <sup>6</sup> persons
* Minibuses per million people	units/10 <sup>6</sup> persons
* Tram units per million people	units/10 <sup>6</sup> persons
* Light rail units per million people	units/10 <sup>6</sup> persons
* Metro units per million people	units/10 <sup>6</sup> persons
* Suburban rail units per million people	units/10 <sup>6</sup> persons
* Heavy rail units per million people	units/10 <sup>6</sup> persons
Total public transport vehicle kilometres of service per capita	v.km/person

* Bus vehicle kilometres per capita	v.km/person
* Minibus vehicle kilometres per capita	v.km/person
* Tram wagon kilometres per capita	v.km/person
* Light rail wagon kilometres per capita	v.km/person
* Metro wagon kilometres per capita	v.km/person
* Suburban rail wagon kilometres per capita	v.km/person
* Heavy rail wagon kilometres per capita	v.km/person
Total public transport vehicle kilometres of service per urban hectare	v.km/ha
* Bus vehicle kilometres per urban hectare	v.km/ha
* Minibus vehicle kilometres per urban hectare	v.km/ha
* Tram wagon kilometres per urban hectare	v.km/ha
* Light rail wagon kilometres per urban hectare	v.km/ha
* Metro wagon kilometres per urban hectare	v.km/ha
* Suburban rail wagon kilometres per urban hectare	v.km/ha
* Heavy rail wagon kilometres per urban hectare	v.km/ha
Total public transport seat kilometres of service per capita	seat km/person
* Bus seat kilometres per capita	seat km/person
* Minibus seat kilometres per capita	seat km/person
* Tram seat kilometres per capita	seat km/person
* Light rail seat kilometres per capita	seat km/person
* Metro seat kilometres per capita	seat km/person
* Suburban rail seat kilometres per capita	seat km/person
* Heavy rail seat kilometres per capita	seat km/person
Overall average speed of public transport	km/h
* Average speed of buses	km/h
* Average speed of minibuses	km/h
* Average speed of trams	km/h
* Average speed of light rail	km/h
* Average speed of metro	km/h
* Average speed of suburban rail	km/h
* Average speed of heavy rail	km/h
Mobility Indicators	
Overall mobility	
Daily trips by foot per capita	trips/person
Daily trips by mechanized, non motorised modes per capita	trips/person
Daily public transport trips per capita	trips/person
Daily private transport trips per capita	trips/person
Total daily trips per capita	trips/person
Mode split of all trips	
* Percentage of non motorised modes over all trips	%
* Percentage of motorised public modes over all trips	%
* Percentage of motorised private modes over all trips	%

- Annexe 2 -

Mode split of mechanised trips	
* Percentage of mechanised, non motorised modes over mechanised trips	%
* Percentage of motorised public modes over mechanised trips	%
* motorised private modes	%
Overall average trip distance	km
Overall average trip distance by car	km
Overall average trip distance by public transport	km
Average distance of mechanised trips	km
Overall average distance of the journey-to-work	km
Average distance of the journey-to-work by mechanised modes	km
Average time of a car trip	minutes
Average time of a public transport trip	minutes
Private Mobility Indicators [cars and motorcycles]	
Passenger car kilometres per capita	v.km/person
Motor cycle kilometres per capita	v.km/person
Total private passenger vehicle kilometres per capita	v.km/person
Passenger car passenger kilometres per capita	p.km/person
Motor cycle passenger kilometres per capita	p.km/person
Total private passenger kilometres per capita	p.km/person
Private Mobility Indicators [taxis and shared taxis]	
Taxi passenger kilometres per capita	p.km/person
Shared taxi passenger kilometres per capita	p.km/person
Taxi trips per capita	trips/person
Shared taxi trips per capita	trips/person
Public Transport Mobility Indicators	
Total public transport boardings per capita	boardings/person
* Bus boardings per capita	boardings/person
* Minibus boardings per capita	boardings/person
* Tram boardings per capita	boardings/person
* Light rail boardings per capita	boardings/person
* Metro boardings per capita	boardings/person
* Suburban rail boardings per capita	boardings/person
* Heavy rail boardings per capita	boardings/person
Total public transport passenger kilometres per capita	p.km/person
* Bus passenger kilometres per capita	p.km/person
* Minibus passenger kilometres per capita	p.km/person
* Tram passenger kilometres per capita	p.km/person
* Light rail passenger kilometres per capita	p.km/person
* Metro passenger kilometres per capita	p.km/person
* Suburban rail passenger kilometres per capita	p.km/person
* Heavy rail passenger kilometres per capita	p.km/person
User cost of transport	

Average user cost of a car trip	10-4 % per capita GDP/trip
Average user cost of a public transport trip	10-4 % per capita GDP/trip
Price of fuel per km	10-5 % per capita GDP/km
User cost of private transport per passenger kilometre	10-5 % per capita GDP/km
User cost of public transport per passenger kilometre	10-5 % per capita GDP/km
Maximum charge for on-street parking in the CBD	10-4 % per capita GDP/h
Maximum charge for off-street parking in the CBD	10-4 % per capita GDP/h
Average of the maximum parking charges in the CBD	10-4 % per capita GDP/h
Fine for parking in no parking zone	% per capita GDP
Fine for obstructing public transport	% per capita GDP
Fine for exceeding parking time in a paying parking place	% per capita GDP
Public transport productivity	
Overall public transport vehicle occupancy	persons/unit
* Bus vehicle occupancy	persons/unit
* Minibus vehicle occupancy	persons/unit
* Tram wagon occupancy	persons/unit
* Light rail wagon occupancy	persons/unit
* Metro wagon occupancy	persons/unit
* Suburban rail wagon occupancy	persons/unit
* Heavy rail wagon occupancy	persons/unit
Overall public transport seat occupancy	persons/seat
* Bus seat occupancy	persons/seat
* Minibus seat occupancy	persons/seat
* Tram seat occupancy	persons/seat
* Light rail seat occupancy	persons/seat
* Metro seat occupancy	persons/seat
* Suburban rail seat occupancy	persons/seat
* Heavy rail seat occupancy	persons/seat
Public transport operating cost recovery	%
Average public transport farebox revenue per boarding	USD/boarding
Average public transport farebox revenue per passenger kilometre	USD/pass. km
Average public transport farebox revenue per vehicle kilometre	USD/v.km
Transport Financial Cost	
Public Transport Cost	
Percentage of metropolitan GDP spent on public transport investment	%
Public transport investment per capita	USD/person

- Annexe 2 -

Public transport operating cost per vehicle kilometre	USD/v.km
Public transport operating cost per passenger kilometre	USD/pass. km
Public transport operating cost per capita	USD/person
Percentage of metropolitan GDP spent on public transport operating costs	%
Private Transport Cost	
Percentage of metropolitan GDP spent on road investment	%
Road investment per capita	USD/person
Annual road investment per kilometre of road	USD/km
Private transport operating cost per vehicle kilometre	USD/v.km
Private transport operating cost per passenger kilometre	USD/pass. km
Private transport operating cost per capita	USD/person
Percentage of metropolitan GDP spent on private transport operating costs	%
Overall Transport Cost	
Overall transport cost per passenger kilometre	USD/pass. km
Overall private transport cost per passenger kilometre	USD/pass. km
Overall public transport cost per passenger kilometre	USD/pass. km
Total passenger transport cost per capita	USD/person
Total private passenger transport cost per capita	USD/person
Total public passenger transport cost per capita	USD/person
Total passenger transport cost as percentage of metropolitan GDP	%
Total private passenger transport cost as percentage of metropolitan GDP	%
Total public passenger transport cost as percentage of metropolitan GDP	%
Transport Externalities Indicators	
Transport Energy Indicators	
Private passenger transport energy use per capita	MJ/person
Public transport energy use per capita	MJ/person
Total transport energy use per capita	MJ/person
Energy use per private passenger vehicle kilometre	MJ/km
Energy use per public transport vehicle kilometre	MJ/km
* Energy use per bus vehicle kilometre	MJ/km
* Energy use per minibus vehicle kilometre	MJ/km
* Energy use per tram wagon kilometre	MJ/km
* Energy use per light rail wagon kilometre	MJ/km
* Energy use per metro wagon kilometre	MJ/km
* Energy use per suburban rail wagon kilometre	MJ/km
* Energy use per heavy rail wagon kilometre	MJ/km
Energy use per private passenger kilometre	MJ/p.km
Energy use per public transport passenger kilometre	MJ/p.km
* Energy use per bus passenger kilometre	MJ/p.km
* Energy use per minibus passenger kilometre	MJ/p.km
* Energy use per tram passenger kilometre	MJ/p.km
* Energy use per light rail passenger kilometre	MJ/p.km

- Annexe 2 -

* Energy use per metro passenger kilometre	MJ/p.km
* Energy use per suburban rail passenger kilometre	MJ/p.km
* Energy use per heavy rail passenger kilometre	MJ/p.km
Overall energy use per passenger kilometre	MJ/p.km
Air Pollution Indicators	
Total emissions per capita	
* Emissions of CO per capita	kg/person
* Emissions of SO <sub>2</sub> per capita	kg/person
* Emissions of VHC per capita	kg/person
* Emissions of NO <sub>x</sub> per capita	kg/person
Total emissions per urban hectare	kg/ha
Total emissions per total hectare	kg/ha
Transport Fatalities Indicators	
Total transport deaths per million people	deaths/10 <sup>6</sup> persons
Total transport deaths per billion vehicle kilometres	deaths/10 <sup>9</sup> v.km
Total transport deaths per billion passenger kilometres	deaths/10 <sup>9</sup> p.km
Public/Private Transport Balance Indicators	
Proportion of total motorised passenger kilometres on public transport	%
Ratio of public versus private transport speeds	
Ratio of annual investment in public transport versus private transport infrastructure	
Ratio of segregated public transport infrastructure versus expressways	
Ratio of public versus private transport energy use per passenger kilometre	
Ratio of public vs private transport total cost	
Ratio of public versus private transport user cost per passenger kilometre	





## **Bibliographie**

VIVIER, Jean, (2001), *Base de données sur 100 villes du monde pour une mobilité durable*, UITP.